

Die vorhergehende BG-Regel „Arbeitsplätze mit künstlicher Beleuchtung und Sicherheitsleitsysteme“ (BGR 131) vom Oktober 1996, in der aktualisierten Fassung 2001, wurde vollständig überarbeitet und als BG-Regel „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ wie folgt in zwei Teile gegliedert:

Teil 1: Handlungshilfen für den Unternehmer (BGR 131-1),

Teil 2: Leitfaden zur Planung und zum Betrieb der Beleuchtung (BGR 131-2).

Hinweis:

Hinsichtlich außer Kraft gesetzter Unfallverhütungsvorschriften, insbesondere des so genannten Maschinenaltbestandes, sowie älterer Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblätter, die unter ihrer bisherigen ZH 1-Nummer auch weiterhin anzuwenden sind, siehe Internetfassungen des HVBG

<http://www.hvbg.de/bgvr>

Berufsgenossenschaftliche
Regeln für Sicherheit und
Gesundheit bei der Arbeit

BGR 131-2

BG-Regel



Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten

Teil 2: Leitfaden zur Planung und zum Betrieb der Beleuchtung

vom Oktober 2006

Korrigierte Onlinefassung Dezember 2006



Carl Heymanns Verlag

Ein Unternehmen von Wolters Kluwer Deutschland

Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

Telefon: (0221) 94 37 30

Telefax: (0221) 94 37 3-603

E-Mail: verkauf@heymanns.com

www.arbeitssicherheit.de

Nachdruck verboten

Fachausschuss

„Einwirkungen und arbeitsbedingte

Gesundheitsgefahren“

der BGZ

Quelle: www.arbeitssicherheit.de - Kooperation des HVBG mit dem Carl Heymanns Verlag

Unberechtigte Verfielfältigung verboten. Copyright © 2006



HVBG

Hauptverband der
gewerblichen
Berufsgenossenschaften

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Allgemeines	5
3 Licht und Gesundheit	6
4 Natürliche Beleuchtung von Arbeitsplätzen in Innenräumen	6
4.1 Güte Merkmale für die natürliche Beleuchtung	7
4.1.1 Beleuchtungsniveau	7
4.1.2 Sichtverbindung nach außen	8
4.1.3 Sonnenschutzvorrichtungen zur Begrenzung der Blendung und der Wärmeeinstrahlung	9
4.1.4 Lichtfarbe und Farbwirkungen	9
5 Künstliche Beleuchtung von Arbeitsplätzen in Innenräumen	10
5.1 Güte Merkmale für die künstliche Beleuchtung	10
5.1.1 Beleuchtungsniveau	10
5.1.1.1 Beleuchtungskonzepte	11
5.1.1.2 Beleuchtungsstärken	16
5.1.1.3 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärken	20
5.1.2 Leuchtdichte Verteilung	21
5.1.3 Begrenzung von Blendung und Reflexionen	22
5.1.4 Körperwiedergabe (Schattigkeit) und Vermeidung störender Schatten	25
5.1.5 Lichtfarbe und Farbwiedergabe	26
5.1.6 Flimmerfreiheit	27
5.2 Empfehlungen zur Optimierung der künstlichen Beleuchtung ...	27
5.3 Planung und Errichtung	30
5.3.1 Planungsunterlagen	30
5.3.2 Wartungsplan	31
5.3.3 Dokumentation der Beleuchtungsanlage	31
5.4 Betrieb	31
5.4.1 Instandhaltung und Wartung	32
5.4.2 Prüfung	32

BGR 131-2

	Seite
6 Künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien und auf Baustellen	33
6.1 Güteermale	33
6.2 Beleuchtungsstärke	34
6.2.1 Beleuchtungsstärke in Arbeitsbereichen	34
6.2.2 Beleuchtungsstärken für bestimmte Tätigkeiten	35
6.3 Begrenzung der Blendung	36
6.4 Vermeidung störender Schatten	38
6.5 Lichtfarbe und Farbwiedergabe	38
6.6 Beleuchtung von besonderen Gefahrenbereichen	38
6.7 Auswahl von Lampen und Leuchten	39
Anhang 1: Glossar	40
Anhang 2: Beispiele für Anforderungen an Beleuchtungsstärken	46
Anhang 3: Betriebliche orientierende Messungen der horizontalen Beleuchtungsstärke	49
Anhang 4: Vorschriften und Regeln	51

Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BG-Regeln) sind Zusammenstellungen bzw. Konkretisierungen von Inhalten aus

- staatlichen Arbeitsschutzvorschriften (Gesetze, Verordnungen) und/oder
- berufsgenossenschaftlichen Vorschriften (Unfallverhütungsvorschriften) und/oder
- technischen Spezifikationen und/oder
- den Erfahrungen berufsgenossenschaftlicher Präventionsarbeit.

BG-Regeln richten sich in erster Linie an den Unternehmer und sollen ihm Hilfestellung bei der Umsetzung seiner Pflichten aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften oder Unfallverhütungsvorschriften geben sowie Wege aufzeigen, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können.

Der Unternehmer kann bei Beachtung der in BG-Regeln enthaltenen Empfehlungen davon ausgehen, dass er die in Unfallverhütungsvorschriften geforderten Schutzziele erreicht. Andere Lösungen sind möglich, wenn Sicherheit und Gesundheitsschutz in gleicher Weise gewährleistet sind.

Werden verbindliche Inhalte aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften oder aus Unfallverhütungsvorschriften wiedergegeben, sind sie durch Fettdruck kenntlich gemacht oder im Anhang zusammengestellt. Forderungen sind in Normalschrift, Erläuterungen, insbesondere beispielhafte Lösungsmöglichkeiten, sind durch entsprechende Hinweise in Kursivschrift gegeben.

BGR 131-2

Vorbemerkung

Die Beleuchtung am Arbeitsplatz hat die Funktion den Sehvorgang zu verbessern sowie Unfälle und zu starke Beanspruchungen der Augen zu vermeiden. Darüber hinaus trägt eine gute Beleuchtung dazu bei, die Aktivität und das Wohlbefinden der Mitarbeiter zu fördern, was sich positiv auf die Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter auswirkt.

Die dieser BG-Regel zugrunde liegenden neuen Beleuchtungskonzepte reichen von der raumbezogenen Beleuchtung – wie sie in älteren Regelwerken vorgesehen war – bis hin zur Kombination mehrerer Beleuchtungskonzepte und schaffen somit Möglichkeiten zur Flexibilität und praxisorientierter Anpassung der Beleuchtung.

Die BG-Regel „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ besteht aus zwei Teilen

- Teil 1: Handlungshilfen für den Unternehmer (BGR 131-1),
- Teil 2: Leitfaden zur Planung und zum Betrieb der Beleuchtung (BGR 131-2).

Beide Teile regeln die Beleuchtungserfordernisse hinsichtlich der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes. Zur besseren Übersicht ist die Regel in zwei Teile untergliedert.

Teil 1 dieser BG-Regel richtet sich in erster Linie an den Unternehmer. Dieser Teil stellt in anschaulicher Frageform die Grundlagen einer guten Beleuchtung sowie wichtige Kernpunkte zur Planung und zum Betrieb von Beleuchtungsanlagen zusammen. In verständlicher Sprache und selbsterklärenden Abbildungen werden verschiedene praxisnahe Beleuchtungskonzepte dargestellt.

Teil 2 dieser BG-Regel richtet sich im Gegensatz zu Teil 1 in erster Linie an Beleuchtungsfachleute einschließlich Beleuchtungsplaner innerhalb und außerhalb des Betriebs. In diesem Teil sind die neuesten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zur Beleuchtung zusammengetragen. Er konkretisiert, wie die in Teil 1 aufgeführten Beleuchtungskonzepte umgesetzt werden können.

Die Teile 1 und 2 dieser BG-Regel lösen die bisherige aktualisierte Fassung 2001 der BG-Regel „Arbeitsplätze mit künstlicher Beleuchtung und Sicherheitsleitsysteme“ (BGR 131) vom Oktober 1996 ab.

Diese BG-Regel – insbesondere Teil 2 – soll als Grundlage für die Erstellung der neuen Arbeitsstätten-Regel (ASR) zum Thema Beleuchtung dienen.

1 Anwendungsbereich

Diese BG-Regel findet Anwendung auf die natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten in Räumen, im Freien und auf Baustellen, soweit dem produktionstechnische oder betriebsbedingte Gründe nicht entgegenstehen, z.B. in Räumen mit Fotolaboren, Regearbeitsplätzen und in Gasträumen.

2 Allgemeines

Die Beleuchtung hat die Funktion, die Sehaufgabe zu ermöglichen, Unfall- und Gesundheitsgefahren zu vermeiden, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit zu steigern und der Ermüdung vorzubeugen.

Arbeitsplätze sollten vorrangig mit Tageslicht beleuchtet werden. Da Tageslicht jedoch örtlich und zeitlich nicht immer in ausreichendem Maße zur Verfügung steht, ist eine gute künstliche Beleuchtung erforderlich.

Erkenntnisse zur gesundheitlichen Wirkung durch natürliches und künstliches Licht sollten berücksichtigt werden.

Die Festlegungen dieser BG-Regel an die natürliche und künstliche Beleuchtung gelten im Wesentlichen auch für Arbeitsplätze behinderter Mitarbeiter. Sehbehinderte Mitarbeiter benötigen eine Beleuchtung, die der Art und Ausprägung ihrer Behinderung angepasst ist.

Beleuchtungsanlagen müssen regelmäßig gewartet werden, da die Beleuchtungsstärke während der Nutzungsdauer infolge von Alterung, Verschmutzung und Lampenausfall abnimmt.

3 Licht und Gesundheit

Das Licht am Arbeitsplatz beeinflusst nicht nur das Sehvermögen, z.B. Gewährleistung einer ausreichenden Sehleistung, und die Psyche, z.B. das Wohlbefinden, die Steigerung der Motivation und des Leistungsvermögens der Mitarbeiter, es führt darüber hinaus zu so genannten nicht-visuellen Effekten, z.B.

- Beeinflussung der biologischen Uhr circadianer (tageszeitlichen) und circannaler (jahreszeitlichen) Rhythmus des Menschen),
- Hormonausschüttung.

Damit trägt das Licht in hohem Maße dazu bei, Ermüdungen bei den Mitarbeitern zu vermeiden und ihre Vigilanz (Aufmerksamkeitssniveau) aufrecht zu halten.

Insbesondere das über das Auge einfallende Tageslicht zusammen mit der Sichtverbindung nach außen sorgt für Informationen, die der Körper zu seiner Regulation benötigt.

Die Empfehlungen zur Optimierung der Beleuchtungsanlage (siehe Abschnitt 5.2) sollten beachtet werden.

4 Natürliche Beleuchtung von Arbeitsplätzen in Innenräumen

Da der Mensch entwicklungsgeschichtlich an das Tageslicht angepasst ist, hat es Funktionen, die über die Erfüllung der Sehaufgabe hinausgehen. Das über das Auge einfallende Tageslicht beeinflusst den menschlichen Hormonhaushalt und synchronisiert die innere Uhr des Menschen. Seine physische und psychische Verfassung und seine Leistungsfähigkeit werden durch Tageslicht positiv beeinflusst.

Deshalb ist eine ausreichende Beleuchtung mit Tageslicht am Arbeitsplatz anzustreben und der Beleuchtung ausschließlich mit künstlichem Licht vorzuziehen.

4.1 **Gütemerkmale für die natürliche Beleuchtung**

Für die Sicherheit und die Gesundheit sind die folgenden Gütemerkmale der natürlichen Beleuchtung von Bedeutung:

- Beleuchtungsniveau,
- Sichtverbindung nach außen,
- Sonnenschutz zur Begrenzung der Blendung und der Wärmeeinstrahlung,
- Lichtfarbe und Farbwirkungen.

4.1.1 **Beleuchtungsniveau**

Arbeitsstätten müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten.

Dies wird z.B. erreicht, wenn ein Verhältnis von lichtdurchlässiger Fenster-, Tür- oder Wandfläche bzw. Oberlichtfläche zur Raumgrundfläche von mindestens 1 : 10 (entspricht ca. 1 : 8 Rohbaumaße), für höhere Anforderungen bis 1 : 5 eingehalten ist. Bei der Beleuchtung durch Fenster-, Tür- oder Wandflächen gelten diese Werte für übliche Abmessungen der Räume mit einem Verhältnis von Raumbreite zur Raumtiefe von bis zu 1 : 2 bis einer maximalen Raumtiefe von 6 m.

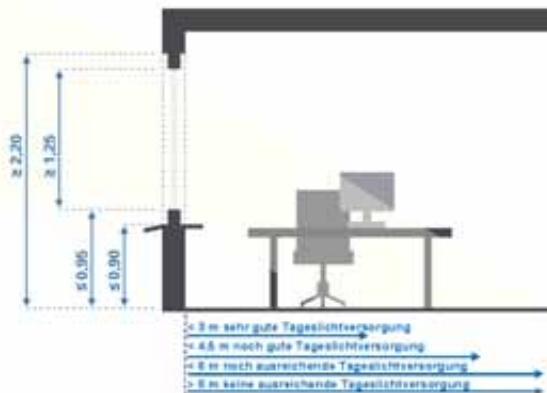


Bild 1: Beispiel für die Tageslichtversorgung in Abhängigkeit von der Raumtiefe (gilt für Räume, in denen die Fensterfront nahezu über die gesamte Raumbreite reicht)

BGR 131-2

Bei Kombinationen aus Beleuchtung durch Fenster und durch Dachoberlichter können Fenster- und Oberlichtflächen addiert werden. Wandöffnungen wirken lichttechnisch nur bis in eine begrenzte Raumentiefe. Die restliche, tiefere Raumfläche ist dann durch Dachoberlichter oder auch schon am Tage durch ergänzende künstliche Beleuchtung auszuleuchten. Bei der Beleuchtung durch Dachoberlichter sind mehrere kleine Lichteintrittsflächen wenigen großen vorzuziehen.

Der Tageslichteinfall ist außer von der Größe und Lage der Fenster und Dachoberlichter abhängig z.B. von der Raumentiefe, vom Transmissionsgrad (Lichtdurchlässigkeit) der Verglasung, von der Versprossung der Fenster, der Gestaltung der Fassade, der Abschattungen durch bauliche Einrichtungen, Sonnenschutzvorrichtungen, Gebäude oder Bäume.

Arbeitsplätze sollten möglichst fensternah angeordnet werden. Dabei sind Störwirkung durch das Tageslicht bei bestimmten Tätigkeiten, z.B. an Bildschirmen zu berücksichtigen.

Ausführliche Informationen zum Beleuchtungsniveau durch Tageslicht enthält die BG-Information „Tageslicht am Arbeitsplatz – Antworten auf die häufigsten Fragen“ (BGI 7007 in Vorbereitung).

4.1.2 Sichtverbindung nach außen

In Arbeitsstätten, Pausen-, Bereitschafts-, Liege- und Sanitärräumen sollte eine Sichtverbindung nach außen gewährleistet sein.

Die Sichtverbindung nach außen unterstützt das Wohlbefinden und verhindert das Gefühl der Eingeschlossenheit und den so genannten „Bunkereffekt“.

Durchscheinende Flächen, z.B. aus Strukturglas, oder Glasbausteinen, reichen als Sichtverbindung nach außen nicht aus.

Ausführliche Informationen zur Sichtverbindung nach außen enthält die BG-Information „Tageslicht am Arbeitsplatz – Antworten auf die häufigsten Fragen“ (BGI 7007 in Vorbereitung).

Das entsprechende Bauordnungsrecht der Länder ist zu beachten.

4.1.3 **Sonnenschutzvorrichtungen zur Begrenzung der Blendung und der Wärmeeinstrahlung**

In Räumen mit Arbeitsplätzen müssen an Fenster-, Tür- oder Wandflächen, die besonnt werden können – in Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen generell – Sonnenschutzvorrichtungen zum Schutz vor störenden Blendungen und Reflexionen durch die Sonne, den Himmel und besonnte Flächen vorhanden sein.

Vor übermäßiger Aufheizung der Räume durch Sonneneinstrahlung schützen außenliegende Sonnenschutzvorrichtungen am wirksamsten.

Als Sonnenschutzvorrichtungen zur Begrenzung der Blendung oder der Wärmeeinstrahlung können z.B. Jalousien, Lamellenstores, Rollos, und lichtlenkende Bauelemente oder Sonnenschutzgläser dienen.

Ausführliche Informationen zur Eignung von Sonnenschutzvorrichtungen für Bildschirmarbeitsplätze enthält die BG-Information „Sonnenschutz im Büro“ (BGI 827).

4.1.4 **Lichtfarbe und Farbwirkungen**

Für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen mit Tageslicht sollten farbneutrale Verglasungsmaterialien verwendet werden.

Damit wird eine Veränderung des Tageslichtspektrums vermieden und die positive Wirkung des Tageslichtes erhalten.

Bei Tageslichtergänzungsbeleuchtungen durch künstliches Licht werden Lampen mit einer ähnlichsten Farbtemperatur ≥ 4000 K empfohlen.

Da das natürliche Licht in der Regel nicht zu jeder Tages- und Jahreszeit ausreicht, um das notwendige Beleuchtungsniveau zu gewährleisten, ist eine künstliche Beleuchtung erforderlich. Sie sollte für fensternahe und fensterferne Bereiche getrennt schalt- oder dimmbar sein.

5.1 Güteermere für die künstliche Beleuchtung

Unter Berücksichtigung des Sehvermögens der Mitarbeiter sind angemessene Lichtverhältnisse zu erzielen. Für die Sicherheit bei der Arbeit, zur Vermeidung arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren sowie für die Erfüllung der Sehaufgaben, sollten besonders die folgenden lichttechnischen Güteermere für die künstliche Beleuchtung beachtet werden:

- Beleuchtungsniveau,
- Leuchtdichteerteilung,
- Begrenzung von Blendung und Reflexionen,
- Körperwiedergabe (Schattigkeit) und Vermeidung störender Schatten,
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe,
- Flimmerfreiheit.

5.1.1 Beleuchtungsniveau

Das Beleuchtungsniveau am Arbeitsplatz und im Umgebungsereich ist entsprechend den Erfordernissen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes auszulegen, soweit produktionstechnische Gründe dem nicht entgegenstehen.

Das Beleuchtungsniveau setzt sich zusammen aus den Anteilen der natürlichen Beleuchtung (Tageslicht) und der künstlichen Beleuchtung.

Ein ausreichendes Beleuchtungsniveau dient

- der Erkennung von Gefahrenquellen und dem sicheren Arbeiten,

- der Gewährleistung einer ausreichenden Sehleistung,
- dem ergonomischen, gesunden Arbeiten,
- der Vermeidung von Ermüdung,
- dem Wohlbefinden, der Steigerung der Motivation und des Leistungsvermögens,
- der visuellen Kommunikation,
- der Orientierung am Arbeitsplatz, in der Arbeitsumgebung und im Raum,
- der Erfüllung produktionsbezogener Erfordernisse.

Auf die Erfüllung produktionsbezogener Erfordernisse wird in dieser BG-Regel nicht eingegangen, sondern nur auf Erfordernisse hinsichtlich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz.

Produktionsbezogene Erfordernisse werden in der Norm DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung; Beleuchtung von Arbeitsstätten; Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“ beschrieben.

5.1.1.1 **Beleuchtungskonzepte**

Zur Sicherstellung eines ausreichenden Beleuchtungsniveaus sollten die zu beleuchtenden Bereiche festgelegt und die Beleuchtung nach einem Beleuchtungskonzept ausgeführt werden.

Es werden folgende zu beleuchtende Bereiche unterteilt:

- Arbeitsbereich (AB),
- Umgebungsbereich (UB),
- Teilfläche (TF),
- sonstige Bereiche (SB).

Aus der möglichen Lage und Anordnung der zu beleuchtenden Bereiche ergeben sich geeignete Beleuchtungskonzepte. Die verschiedenen Beleuchtungskonzepte können auch kombiniert werden.

BGR 131-2

Raumbezogene Beleuchtung

Unter dem Beleuchtungskonzept „Raumbezogene Beleuchtung“ versteht man ein Konzept, bei dem der gesamte Raum oder eine Raumzone als ein Arbeitsbereich oder gegebenenfalls als Sonstiger Bereich betrachtet wird. Hierbei kann ein Randstreifen von 0,50 m Breite unberücksichtigt bleiben, sofern dort keine Arbeitsplätze angeordnet sind.

Das Beleuchtungskonzept „Raumbezogene Beleuchtung“ wird empfohlen, wenn

- Arbeitsbereiche in der Planungsphase örtlich nicht zugeordnet werden können,
- die räumliche Ausdehnung der Arbeitsbereiche in der Planungsphase nicht bekannt ist,
- eine flexible Anordnung der Arbeitsbereiche vorgesehen ist oder
- der Raum gleichmäßig ausgeleuchtet sein soll.



Bild 2: Prinzipskizze zum Beleuchtungskonzept „Raumbezogene Beleuchtung“ Der gesamte Raum wird als ein Arbeitsbereich betrachtet.

Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung

Unter dem Beleuchtungskonzept „Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung“ versteht man die gesonderte Beleuchtung von Arbeitsbereichen und Umgebungsbereichen sowie gegebenenfalls von Sonstigen Bereichen. Für den Umgebungsbereich kann ein Randstreifen von 0,50 m Breite entlang der Raumbegrenzungsflächen unberücksichtigt bleiben.

Empfohlen wird das Beleuchtungskonzept „Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung“, wenn

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

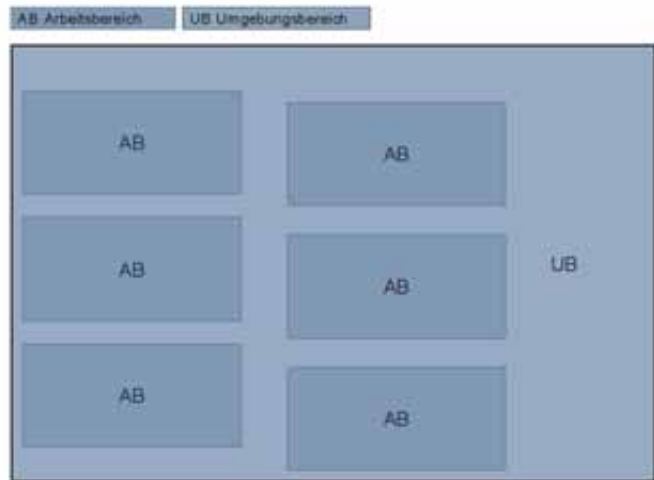


Bild 3: Prinzipskizze zum Beleuchtungskonzept „Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung“

BGR 131-2

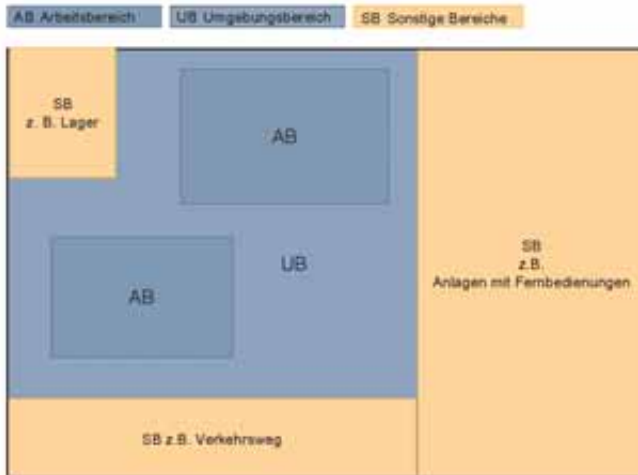


Bild 4: Prinzipskizze zum Beleuchtungskonzept „Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung mit sonstigen Bereichen“

Teilflächenbezogene Beleuchtung

Unter dem Beleuchtungskonzept „Teilflächenbezogene Beleuchtung“ versteht man die Beleuchtung von Teilflächen im Arbeitsbereich. Auf diesen Teilflächen werden bestimmte Tätigkeiten mit höheren Sehanforderungen verrichtet, z.B. lesen, schreiben, messen, kontrollieren und betrachten von Fertigungsprozessen.

Das Beleuchtungskonzept „Teilflächenbezogene Beleuchtung“ wird empfohlen, wenn die Beleuchtung angepasst werden soll an

- unterschiedliche Tätigkeiten in einem Arbeitsbereich,
- räumlich unterschiedlich orientierte Arbeitsmittel innerhalb des Arbeitsbereiches,
- das individuelle Sehvermögen und an individuelle Erfordernisse der Mitarbeiter.

Für dieses Konzept können zusätzlich Arbeitsplatzleuchten verwendet werden. Daher ist bei der Auswahl darauf zu achten, dass die Arbeitsplatzleuchten den sicherheitstechni-

schen, ergonomischen und lichttechnischen Erfordernissen genügen.

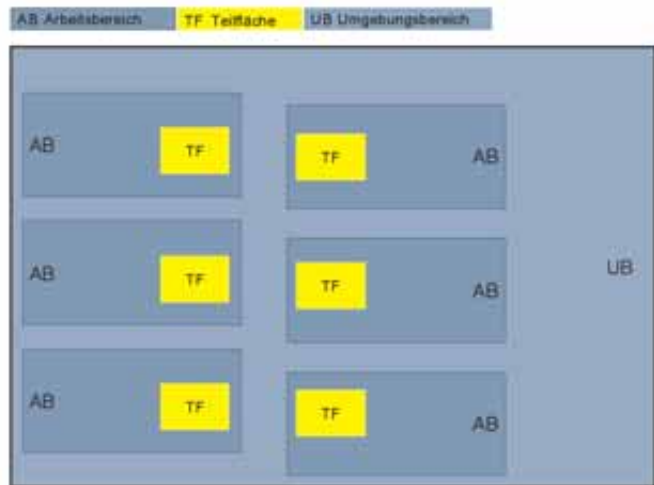


Bild 5: Prinzipische Skizze zum Beleuchtungskonzept „Teilflächenbezogene Beleuchtung“

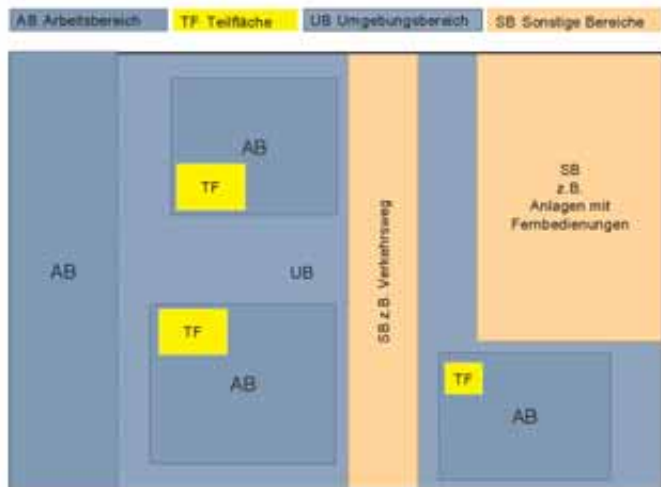


Bild 6: Prinzipische Skizze zur Kombination verschiedener Beleuchtungskonzepte in einem Raum

BGR 131-2

5.1.1.2 Beleuchtungsstärken

Arbeitsbereiche, Umgebungsbereich und Teilflächen

Arbeitsbereiche, in denen sich Mitarbeiter bei der von ihnen ausübenden Tätigkeit regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder im Verlauf der täglichen Arbeitszeit nicht nur kurzfristig aufhalten müssen, sind mit einem Wert der horizontalen Beleuchtungsstärke von mindestens 300 Lux zu beleuchten. Dies gilt auch, wenn der gesamte Raum wie ein Arbeitsbereich betrachtet wird (raumbezogene Beleuchtung).

Der Wert der Beleuchtungsstärke von 300 Lux wird aus sicherheitstechnischen Gründen festgelegt. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Unfallhäufigkeit unter 300 Lux deutlich ansteigt. [Völker, Stephan „Ermittlung von Beleuchtungsniveaus für Industriearbeitsplätze“, BAuA Fb 881; Dortmund, Berlin 2000].

Sind aus sehpysiologischen oder produktionsbezogenen Erfordernissen Werte ab 500 Lux erforderlich, so ist aus ergonomischen Gründen der gesamte Arbeitsbereich mit einem Wert von mindestens 500 Lux zu beleuchten.

In der DIN EN 12464-1 werden Wert der Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit von sehpysiologischen und produktionsbezogenen Erfordernissen empfohlen. In Anhang 3 zu dieser BG-Regel sind hierfür Beispiele aufgeführt.

Werte ab 750 Lux müssen nicht auf den gesamten Arbeitsbereich, sondern nur auf Teilflächen innerhalb der Arbeitsbereiche bezogen werden. In diesen Fällen darf die mittlere Beleuchtungsstärke im Arbeitsbereich zusammen mit der Teilfläche nicht unter 500 Lux abfallen. Die Beleuchtung von Teilflächen kann z.B. durch Arbeitsplatzleuchten erfolgen. Dies gilt auch für die Anpassung des Beleuchtungsniveaus an das Sehvermögen älterer Mitarbeiter

Anforderungen an Arbeitsplatzleuchten enthält die DIN 5035-8 „Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 8: Arbeitsplatzleuchten; Anforderungen, Empfehlungen und Prüfung“.

Arbeitsbereiche	Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke	
	Arbeitsbereich	Umgebungs- bereich
Arbeitsbereiche, in denen Beschäftigte sich bei der von ihnen auszuübenden Tätigkeit regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder im Verlauf der täglichen Arbeitszeit nicht nur kurzfristig aufhalten.	300 Lux*	200 Lux
Arbeitsbereiche, in denen aus sehphysiologischen oder produktionsbezogenen Erfordernissen** Werte ab 500 Lux erforderlich sind, z.B. Büroarbeitsplätze, Laboratorien, Arbeitsplätze im Gesundheitswesen, oder alle Arbeitsbereiche mit besonderen Gefährdungen, z.B. Arbeiten mit Kreissägen.	500 Lux	300 Lux
Arbeitsbereiche, in denen Mitarbeiter sich nicht regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder im Verlauf der täglichen Arbeitszeit nur kurzfristig aufhalten, z.B. für Tätigkeiten im Lager und die keine besonderen Gefährdungen aufweisen.	200 Lux	200 Lux
<p>* Der Wartungswert der Beleuchtungsstärke von 300 Lux wird aus sicherheitstechnischen Gründen festgelegt. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Unfallhäufigkeit unter 300 Lux deutlich ansteigt. [Völker, Stephan „Ermittlung von Beleuchtungsniveaus für Industriearbeitsplätze“, BAuA Fb 881; Dortmund, Berlin 2000].</p> <p>** In Anhang 2 werden beispielhaft Wartungswerte der Beleuchtungsstärken in Abhängigkeit von sehphysiologischen und produktionsbezogenen Erfordernissen aus DIN EN 12464-1 empfohlen. Weitere Empfehlungen siehe DIN EN 12464-1.</p>		

Tabelle 1: Beleuchtungsstärken für Arbeitsbereiche und Umgebungsbereiche in Innenräumen

BGR 131-2

Arbeitsbereiche, in denen sich Mitarbeiter nicht regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder nur kurzfristig aufhalten, z.B. für Tätigkeiten im Lager, sind mit einem Wartungswert der Beleuchtungsstärke von mindestens 200 Lux zu beleuchten. Ausgenommen davon sind Arbeitsbereiche mit besonderen Gefährdungen, z.B. mit Kreissägen, handbetriebenen Maschinen und Werkzeugen, Umgang mit Gefahrstoffen, sowie Arbeitsbereiche, die vorübergehend für Instandhaltung und Reparaturen oder Ähnliches genutzt werden.

Der Umgebungsbereich ist mit einer Beleuchtungsstärke, die eine Stufe unter der des Arbeitsbereiches liegen kann, aber mindestens mit 200 Lux entsprechend Tabelle 1 zu beleuchten.

Sonstige Bereiche

Sonstige Bereiche sind mit einem Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke gemäß Tabelle 2, mindestens mit 50 Lux, zu beleuchten.

Sonstige Bereiche	Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke
Verkehrsflächen und Flure	100 Lux
Treppen, Rolltreppen und Fahrbänder	150 Lux
Fahrwege mit Personenverkehr	150 Lux
Fahrwege ohne Personenverkehr	50 Lux
Anlagen mit Fernbedienungen	50 Lux
Anlagen mit gelegentlichen manuellen Eingriffen	150 Lux
Lagerflächen	100 Lux
Pausenräume	100 Lux
Sanitärräume	200 Lux
Bereiche mit niedrigen Anforderungen an die Sehaufgabe, z.B. Wartungsgänge, Stellflächen in Parkhäusern	50 Lux

Tabelle 2: Beleuchtungsstärken für sonstige Bereiche

Höhe der Bezugsebenen für den Wert der horizontalen Beleuchtungsstärken

Der Wert der horizontalen Beleuchtungsstärken bezieht sich im Allgemeinen auf eine Höhe von 0,85 m über dem Boden.

In Bereichen in denen vorwiegend im Sitzen gearbeitet wird, z.B. an Büroarbeitsplätzen, bezieht sich der Wert der horizontalen Beleuchtungsstärken auf eine Höhe von 0,75 m über dem Boden.

Für Verkehrswege, Treppen, Fahrwege und Ähnliches bezieht sich der Wert der horizontalen Beleuchtungsstärken auf eine Höhe von 0,20 Metern über dem Boden.

Zylindrische Beleuchtungsstärke

Die mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke \bar{E}_z sollte in einer Höhe von 1,20 m über dem Fußboden mindestens das 0,33fache der horizontalen Beleuchtungsstärke E_h des jeweiligen Bereiches betragen.

Die mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke wird als Bewertungsgröße für das Beleuchtungsniveau vertikaler oder nahezu vertikaler Flächen zur Erkennung räumlicher Gegenstände (Körperwiedergabe) verwendet. Sie ist auch ein Maß für den Helligkeitseindruck im Raum und für die Helligkeit von Gesichtern. Eine ausreichende mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke ist Voraussetzung für eine gute visuelle Kommunikation. Dabei sollte der niedrigste Wert der vier vertikalen Beleuchtungsstärken, aus denen die mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke gebildet wird, mindestens das 0,33fache des höchsten Wertes betragen.

Vertikale Beleuchtungsstärke

Die mittlere vertikale Beleuchtungsstärke \bar{E}_v an vertikalen Arbeitsbereichen, z.B. von Schränken, Regalen, Lagereinrichtungen, an denen Sehaufgaben erledigt werden, sollte mindestens das 0,33fache der horizontalen Beleuchtungsstärke E_h betragen.

BGR 131-2

Die vertikale Beleuchtungsstärke wird als Bewertungsgröße für das Beleuchtungsniveau von vertikalen Raumbegrenzungsflächen und vertikalen Flächen im Raum, z.B. Schrank- und Regalflächen verwendet.

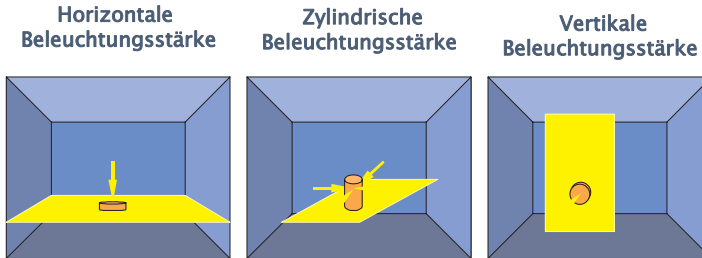


Bild 7: Schematische Darstellung der horizontalen, zylindrischen und vertikalen Beleuchtungsstärken

5.1.1.3 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärken

Für die jeweiligen Bereiche sind folgende Werte für die Gleichmäßigkeit g_1 nach Tabelle 3 einzuhalten:

Bereiche	für die horizontale Beleuchtungsstärke E_h	für die vertikale Beleuchtungsstärke E_v
Arbeitsbereich	0,6	–
Umgebungsbereich	0,5	–
Sonstige Bereiche	0,5	–
Arbeitsbereich an Schränken, Regalen, Lagereinrichtungen	–	0,5

Tabelle 3: Gleichmäßigkeiten g_1 der horizontalen und vertikalen Beleuchtungsstärke

Durch eine weitgehend gleichmäßige Beleuchtung der relevanten Flächen oder Bereiche werden störende Helligkeitsunterschiede ebenso vermieden wie die Bildung von „Licht-

flecken“ mit zu hoher Leuchtdichte. Dadurch wird auch verhindert, dass die visuelle Aufmerksamkeit von der Sehaufgabe abgelenkt wird. Generell sollte darauf geachtet werden, dass hohe Beleuchtungsstärken dort auftreten, wo sich die Sehaufgabe – ausgenommen der Bildschirm bei Bildschirmarbeitsplätzen – befindet. Von hier aus sollte die Beleuchtungsstärke sanft abfallen.

5.1.2 Leuchtdichtevertelung

In den Räumen sollte ein ausgewogenes Verhältnis der Leuchtdichten, erreicht werden.

Dieses liegt vor, wenn ein Verhältnis der Leuchtdichten

- zwischen Arbeitsfeld, z.B. Werkstück, Papiervorlage, und näherem Umfeld, z.B. Werkbank, Arbeitstisch, von ca. 3 : 1
sowie
- zwischen Arbeitsfeld, z.B. Werkstück, Papiervorlage, Bildschirm, und ausgedehnten Flächen der Arbeitsumgebung, z.B. Wände, von ca. 10 : 1 bzw. 1 : 10 erreicht wird.

	In allen Räumen außer Büroräumen	In Büroräumen und büroähnlichen Räumen
der Decke im Bereich	> 0,6	von 0,7 bis 0,9
der Wände im Bereich	von 0,3 bis 0,7	von 0,5 bis 0,8
des Bodens im Bereich	von 0,1 bis 0,3	von 0,2 bis 0,4
Arbeitsflächen, Einrichtungen und Geräte	–	von 0,2 bis 0,7 Glanzgrade von matt bis seidenmatt (60°-Reflektometerwert ≤ 20)

Tabelle 4: Empfohlene Reflexionsgrade für Raumbegrenzungsflächen

BGR 131-2

Die Aufmerksamkeit auf das Arbeitsfeld wird konzentriert, wenn dort die Helligkeit höher ist als im Umfeld. Eine ausreichende Aufhellung der Raumbegrenzungsflächen wird erreicht, wenn durch entsprechende Farbgestaltung die Reflexionsgrade den empfohlenen Reflexionsgraden in Tabelle 4 entsprechen.

5.1.3 Begrenzung von Blendung und Reflexionen

Störende Blendung durch Leuchten ist zu vermeiden. Dazu dürfen die nachfolgenden UGR-Grenzwerte nicht überschritten werden.

Der UGR-Wert der Beleuchtungsanlage wird mit Hilfe der UGR-Tabelle des eingesetzten Leuchtentyps ermittelt.

Für Arbeitsbereiche, die mit einem Wartungswert der Beleuchtungsstärke von mindestens 300 Lux zu beleuchten sind, darf der UGR-Wert von 22 nicht überschritten werden.

Abhängig von sehphysiologischen oder produktionsbezogenen Erfordernissen sind höhere Anforderungen an die Blendungsbegrenzung notwendig.

In der DIN EN 12464-1 werden die UGR-Grenzwerte in Abhängigkeit von sehphysiologischen und produktionsbezogenen Erfordernissen aufgeführt.

Für Arbeitsbereiche, in denen sich Mitarbeiter nicht regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder nur kurzfristig aufhalten, z.B. Lager, und die daher mit einem Wartungswert der Beleuchtungsstärke von mindestens 200 Lux beleuchtet sind, ist ein UGR-Grenzwert von 25 nicht zu überschreiten.

Für sonstige Bereiche, in denen keine Arbeitsplätze angeordnet sind, sind die UGR-Grenzwerte gemäß Tabelle 5 einzuhalten.

Sonstige Bereiche	UGR-Werte
Verkehrsflächen und Flure	28
Treppen, Fahrtreppen und Fahrsteige	25
Fahrwege mit Personenverkehr	22
Fahrwege ohne Personenverkehr	25
Anlagen mit Fernbedienungen	22
Anlagen mit gelegentlichen manuellen Eingriffen	25
Lagerflächen	25
Pausenräume	22
Sanitärräume	19

Tabelle 5: UGR-Werte zur Vermeidung störender Direktblendung für sonstige Bereiche

Begrenzung von Reflexionen auf Arbeitsmitteln

Störende Reflexionen auf den Arbeitsmitteln und Gegenständen sind zu vermeiden.

Die Reflexionen auf Arbeitsmitteln und Gegenständen werden 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, Reflexionen zu vermeiden.

Gerichtete Reflexionen auf Arbeitsmitteln mit geringen Reflexionsgraden machen sich stärker bemerkbar. Daher sollten z.B. Tastaturen helle Tasten mit dunklen Zeichen aufweisen.

BGR 131-2

Begrenzung von Reflexionen und Schleierreflexionen auf dem Bildschirm

Störende Reflexionen und Schleierreflexionen auf dem Bildschirm sind zu vermeiden.

In Abhängigkeit von der Reflexionsklasse (frühere Bezeichnung: Güteklasse der Entspiegelung) und der Darstellungsart (Positiv- oder Negativdarstellung) dürfen die Leuchtdichten von Leuchten, die sich auf dem Bildschirm spiegeln, die in Tabelle 6 angegebenen Grenzwerte der mittleren Leuchtdichte nicht überschreiten. Dies gilt auch für diejenigen Flächen im Raum, die sich auf dem Bildschirm spiegeln, z.B. Wände, Einrichtungsgegenstände, Stellwände, Fenster und Dachoberlichter.

Bildschirme	Mittlere Leuchtdichten von Leuchten und Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln
Bildschirme mit Positivdarstellung der Reflexionsklasse I und II Bildschirme mit Negativdarstellung der Reflexionsklasse I, d. h. mit hochwertiger Entspiegelung	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$
Bildschirme mit Negativdarstellung der Reflexionsklasse II und III Bildschirme in Positivdarstellung der Reflexionsklasse III	$\leq 200 \text{ cd/m}^2$
Hinweis:	Auf Grund ihrer schlechten Entspiegelung sollten Bildschirme der Reflexionsklasse III nicht eingesetzt werden.

Tabelle 6: Zulässige Leuchtdichtewerte von Leuchten und Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln

Schleierreflexionen an Bildschirmen sind zu reduzieren, indem die mittlere Beleuchtungsstärke durch die künstliche Beleuchtung auf der Bildschirmanzeige auf 500 Lux begrenzt wird.

Die Anforderungen zur Vermeidung störender Reflexblendung und Schleierreflexionen können weiterhin erreicht werden durch z.B.

- eine ergonomische Anordnung der Bildschirmarbeitsplätze mit paralleler Blickrichtung zur Fensterfront,
- die Art der Beleuchtung,
- die Anordnung der Beleuchtung in Bezug auf den Bildschirm,
- gute Entspiegelung des Bildschirms,
- die Verwendung von Bildschirmen mit Positivdarstellung und
- den Einsatz geeigneter Sonnenschutzvorrichtungen.

Ausführliche Informationen zur Begrenzung der Reflexblendung an Bildschirmarbeitsplätzen enthält die BG-Information „Beleuchtung im Büro“ (BGI 856).

Ausführliche Informationen zur Güte der Entspiegelung und zu Reflexionsklassen von Bildschirmen enthält die BG-Information „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze“ (BGI 650).

Ausführliche Informationen zur Eignung von Sonnenschutzvorrichtungen für Bildschirmarbeitsplätze enthält die BG-Information „Sonnenschutz im Büro“ (BGI 827).

5.1.4 Körperwiedergabe (Schattigkeit) und Vermeidung störender Schatten

Um eine gute Körperwiedergabe (Schattigkeit) zu erreichen, sollte ein der Sehaufgabe entsprechendes Verhältnis von diffusem zu gerichtetem Lichtanteil realisiert werden.

Hierdurch wird die räumliche Wahrnehmung ermöglicht, Oberflächenstrukturen und Gegenstände können in ihrer Form durch angemessene Schattigkeit erkannt werden.

Eine gute Körperwiedergabe entsteht durch ein ausgewogenes Verhältnis von gerichteten zu diffusen Lichtanteilen.

Schattenarmut erschwert die räumliche Wahrnehmung, erzeugt einen monotonen Raumeindruck und wird deshalb als

BGR 131-2

unangenehm empfunden. Sie wird durch eine diffuse Beleuchtung hervorgerufen, z.B. durch eine reine Indirektbeleuchtung mit gleichmäßiger Deckenleuchtdichte.

Schatten, die zu Unfallgefahren führen oder stören, sind zu vermeiden.

Zu tiefe Schatten (Schlagschatten) können Gefahrenquellen überdecken und damit zu Unfallgefahren führen. Störende Schatten durch Gegenstände oder den Körper von Personen können durch richtige Lichtrichtung verhindert werden.

Störende, hart abgegrenzte Schatten treten auf, wenn nach unten offene Leuchten mit punktaktigen Lampen eingesetzt werden, z.B. mit Niedervolt-Halogenglühlampen, Halogen-Metallampfen. Dies kann durch den Einsatz von geeigneten Leuchtenabdeckungen vermieden werden, z.B. durch satinierte Gläser, Prismenscheiben.

Jedoch ist z.B. an Anreißplätzen ein gerichteter Anteil des Lichtes erforderlich, damit der Anriss durch Schattenwurf besser erkannt werden kann.

5.1.5 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Die Lichtfarbe, die Farbwiedergabe im Raum, die Verteilung des Lichtes im Raum sowie die Farbgebung des Raumes sind gemeinsam aufeinander abzustimmen.

Lichtfarbe

Lampen mit neutralweißer und tageslichtweißer Lichtfarbe wirken auf Grund ihrer spektralen Zusammensetzung positiv auf die Vigilanz (Bewusstseinswachheit) und damit die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter. Daher werden Lampen ab einer Farbtemperatur von 4000 Kelvin empfohlen.

Gebräuchliche Lichtfarben sind:

	Lichtfarbe	Ähnlichste Farbtemperatur
ww	warmweiß	< 3300 K
nw	neutralweiß	3300 K bis 5300 K
tw	tageslichtweiß	> 5300 K

Tabelle 7: Gebräuchliche Lichtfarben

Farbwiedergabe

Lampen mit einem Farbwiedergabeindex kleiner als $R_a = 80$ sollten nicht verwendet werden. Bei bestimmten örtlichen Gegebenheiten oder Tätigkeiten, z.B. in hohen Hallen, können Lampen mit niedrigeren Farbwiedergabeindizes eingesetzt werden. Jedoch müssen Sicherheitsfarben fehlerfrei erkennbar sein.

Die Mindestwerte der Farbwiedergabeindizes enthält die DIN EN 12464-1.

5.1.6 Flimmerfreiheit

Flimmern und Pulsation, die zu Sehstörungen und Ermüdungen führen können, sind zu verhindern.

Bei Leuchten mit Gasentladungslampen (Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen, Halogen-Metaldampflampen) können Flimmern und Pulsation auftreten. Hierdurch kann es zum so genannten stroboskopischen Effekt kommen, bei dem z.B. rotierende Maschinenteile anscheinend stillstehen. Flimmern und Pulsation werden durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten oder eine Dreiphasenschaltung verhindert.

5.2 Empfehlungen zur Optimierung der künstlichen Beleuchtung

Um die positive Wirkung durch die Beleuchtung zu optimieren, sind höhere Werte für die Beleuchtungsstärken als die in Abschnitt 5.1.1 „Beleuchtungsniveau“ aufgeführten zu empfehlen.

BGR 131-2

Durch die Anhebung der Beleuchtungsstärken können die Leistungsfähigkeit und -bereitschaft erhöht sowie die Ermüdung, die Unfall- und die Fehlerhäufigkeit gesenkt werden.

Eine Individualisierbarkeit der Beleuchtung, bei der die Mitarbeiter die Beleuchtungssituation für ihren Arbeitsbereich oder für eine Teilfläche im Arbeitsbereich selbst verändern bzw. die Veränderung selbst beeinflussen können, ist zu empfehlen.

Durch eine Individualisierbarkeit der Beleuchtung wird eine höhere Akzeptanz der Mitarbeiter mit ihren Arbeitsumgebungsbedingungen erreicht. Ihre Motivation und ihr Leistungsvermögen kann gesteigert werden.

Durch eine Individualisierbarkeit der Beleuchtung können die Mitarbeiter die Möglichkeit erhalten,

- die Beleuchtung für den Arbeitsbereich oder eine Teilfläche an unterschiedliche Tätigkeiten anzupassen,*
- die Beleuchtung an ihr Sehvermögen anzupassen,*
- ihre Konzentration auf ihren Arbeitsbereich oder eine Teilfläche innerhalb des Arbeitsbereiches durch eine erhöhte Beleuchtungsstärke zu unterstützen.*

Eine Individualisierbarkeit der Beleuchtung kann z.B. durch Arbeitsplatzleuchten erfolgen.

Anforderungen an Arbeitsplatzleuchten enthält die DIN 5035-8 „Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 8: Arbeitsplatzleuchten; Anforderungen, Empfehlungen und Prüfung“.

Ein Lichtmanagement, insbesondere dynamisches Licht, kann das Wohlbefinden und die Gesundheit sowie die Aufnahmefähigkeit der Mitarbeiter positiv beeinflussen und ist daher zu empfehlen.

Durch Lichtmanagement können die Lichtverhältnisse beeinflusst werden, um für die Mitarbeiter optimierte Arbeitsbedingungen zu schaffen. Dies kann geschehen durch

- unterschiedliche Beleuchtungssituationen für verschiedene Bereiche im Raum,*
 - unterschiedliche Beleuchtungssituationen für verschiedene Tätigkeiten*
- und*

BGR 131-2

- wechselnde Lichtstimmungen über den Tages- und Jahresverlauf.

Des Weiteren sind Energieeinsparungen und eine ausgewogene Wärmebilanz des Gebäudes erreichbare Ziele.

Durch Lichtmanagement werden eine oder gegebenenfalls mehrere der folgenden Eigenschaften der Beleuchtung verändert:

- Das Beleuchtungsniveau,
- die Lichtfarbe: Wechsel zwischen warmweißer, neutralweißer und tageslichtweißer Lichtfarbe
und
- die Lichtverteilung: Wechsel zwischen Direkt- und Indirekt-Anteil der Beleuchtung.

Die Veränderung der Lichtverhältnisse kann von den Mitarbeitern individuell entsprechend ihrer Tätigkeit oder Arbeitssituation vorgenommen werden oder automatisch ablaufen. Bei einem automatischen Ablauf sollten die Mitarbeiter im Rahmen des Konzepts individuell eingreifen können.

Durch dynamisches Licht können die Lichtverhältnisse tages- und jahreszeitabhängig gesteuert und an den biologischen Rhythmus des Menschen angepasst werden.

Dies ist insbesondere sinnvoll für folgende Arbeitsbedingungen und -situationen,

- wenn das Tageslicht am Arbeitsplatz fehlt
oder
- nur im geringen Maße auf Grund der zeitlichen oder örtlichen Situation vorhanden ist,
- für Schichtarbeit.

Ausführliche Informationen zum Lichtmanagement – speziell auch zu Dynamischen Licht – enthält die BG-Information „Dynamik und Lichtmanagement“ (in Vorbereitung).

BGR 131-2

5.3 Planung und Errichtung

Beleuchtungsanlagen sind so zu planen und zu errichten, dass die Anforderungen dieser BG-Regel eingehalten werden.

Vor der Errichtung von Beleuchtungsanlagen hat der Unternehmer sachkundig Planungsunterlagen, einen Wartungsplan und die Dokumentation zur Beleuchtungsanlage zu erstellen oder erstellen zu lassen. Diese Unterlagen sind für spätere Prüfungen nach Abschnitt 5.4.2 bereitzuhalten.

5.3.1 Planungsunterlagen

Die Planungsunterlagen sollten alle Berechnungen bzw. Annahmen enthalten, die für die Ermittlung und Festlegung der

- Anzahl der Leuchten,
- Bestückung der Leuchten mit Lampen,
- Art und Leistungsaufnahme der Lampen,
- Anordnung der Leuchten,
- gegebenenfalls Angaben zum Lichtmanagement

zur Einhaltung der Anforderungen an die lichttechnischen Güte-merkmale erforderlich sind. Zu den Annahmen gehören auch die Lage, Anzahl und Art der Fenster und Dachoberlichter. Das zugrunde gelegte Beleuchtungskonzept ist aufzuführen.

Die Beleuchtungsanlage ist mit einem Wartungsfaktor zu planen, der

- die Verschmutzung der Leuchten sowie der Lampen,
- die Lampenlebensdauer (Ausfallwahrscheinlichkeit),
- den Lichtstromrückgang der Lampen,
- die Verschmutzung der Raumbooberflächen,

berücksichtigt.

Beim Fehlen von Daten für die spezifische Planung der Beleuchtungsanlage, aber auch für eine überschlägige Projektierung, sollte von einem Referenzwert des Wartungsfaktors von

- 0,67 für normal verschmutzende Räume,
- 0,50 für stärker verschmutzende Räume

ausgegangen werden. Die Werte gelten für einen bei einem Wartungszyklus von drei Jahren.

5.3.2 **Wartungsplan**

Die Beleuchtungsanlage muss regelmäßig gewartet werden. Hierzu ist ein Wartungsplan zu erstellen, der die Intervalle für

- die Reinigung der Leuchte und Lampe sowie die Reinigungsmethoden,
 - den Lampenwechsel,
 - die Reinigung des Raumes
- enthalten sollte.

Die Beleuchtungsstärke einer Beleuchtungsanlage nimmt mit der Zeit ab. Die Lampen, Leuchten und Raumbegrenzungsflächen verschmutzen, die Lampen und Vorschaltgeräte altern und fallen nach einer bestimmten Betriebszeit aus.

Außerdem wird durch die Verschmutzung der Fenster und Dachoberlichter der Tageslichteinfall reduziert.

5.3.3 **Dokumentation der Beleuchtungsanlage**

Die Dokumentation sollte alle wichtigen Angaben

- zur Anlage,
 - zu den Leuchten,
 - zu den Lampen,
 - zu den Vorschaltgeräten,
 - gegebenenfalls zum Lichtmanagement,
 - zur elektrischen Anlage,
- enthalten.

5.4 **Betrieb**

Beleuchtungsanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass sie die Sicherheit oder die Gesundheit der Mitarbeiter nicht beeinträchtigen und die Festlegungen dieser BG-Regel eingehalten werden. Während des Betriebs auftretende Mängel, die die Sicherheit

BGR 131-2

oder die Gesundheit der Mitarbeiter beeinträchtigen können, sind unverzüglich zu beseitigen.

Solche Mängel können z.B. sein: Ausfall von Lampen, Lösen von Leuchteilen, Platzen des Schutzkolbens bei Hochdrucklampen, Beschädigung von Leuchtenabdeckungen, die die Schutzart beeinträchtigen.

5.4.1 Instandhaltung und Wartung

Die Beleuchtungsanlage muss regelmäßig gewartet und gegebenenfalls instand gesetzt werden. Die Wartung sollte entsprechend dem Wartungsplan durchgeführt werden.

Im Wartungsplan sind die Intervalle und die Ausführung der Wartung festgelegt. Beim Lampenersatz ist darauf zu achten, dass Lampen mit derselben Lichtfarbe, Farbwiedergabe und Lampenleistung/Lampenlichtstrom eingesetzt werden (entsprechend der Dokumentation). Zur Wiederherstellung des geplanten Zustandes gehört auch die Renovierung des Raumes.

Vom Wartungsplan kann abgewichen werden, wenn die Einhaltung der Anforderungen an die lichttechnischen Gütemerkmale sichergestellt ist. Gegebenenfalls – z.B. bei Verlängerung des Wartungsintervalls – sind Prüfungen nach Abschnitt 5.4.2 vorzunehmen.

5.4.2 Prüfung

Überprüfungen von bestehenden Beleuchtungsanlagen auf Einhaltung der Anforderungen an die Gütemerkmale der Beleuchtung sind notwendig, z.B. wenn

- die Mitarbeiter über Beschwerden klagen, die auf eine unzureichende Beleuchtung zurückgeführt werden können,
- Befürchtungen bestehen, dass die Anforderungen an die Gütemerkmale der Beleuchtung für die Beleuchtungsanlage nicht umgesetzt worden sind,
- die im Wartungsplan festgelegten Intervalle verlängert werden sollen.

Für die Prüfung sind die Planungsunterlagen und die Dokumentation zur Beleuchtungsanlage zu berücksichtigen.

Eine Überprüfung der Beleuchtungsanlage ist bereits in der Planungsphase anhand der Planungs- und Berechnungsunterlagen sinnvoll. Änderungen an einer bereits installierten Beleuchtungsanlage sind fast immer sehr aufwendig.

Eine genaue Überprüfung nach der Norm DIN 5035-6 „Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 6: Messung und Bewertung“ der Beleuchtungsanlage sollten durch entsprechend qualifizierte Personen durchgeführt werden.

Hinweise für eine orientierende Überprüfung der horizontalen Beleuchtungsstärke, die der Unternehmer selbst durchführen kann, enthält Anhang 3.

6 Künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien und auf Baustellen

Arbeitsplätze im Freien sind bei nicht ausreichendem Tageslicht künstlich zu beleuchten. Dabei stellen die angegebenen Anforderungen nur Mindestwerte hinsichtlich der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes dar.

Die angegebenen Mindestwerte gelten für den entsprechenden Arbeitsbereich.

Aus sehphysiologischen und produktionsbezogenen Erfordernissen können sich nach der prEN ISO 8995-2 „Beleuchtung von Arbeitsstätten; Teil 2: Im Freien“ höhere Anforderungen ergeben.

6.1 Güteermkmale

Für die künstliche Beleuchtung im Freien und auf Baustellen sollten besonders die folgenden lichttechnischen Güteermkmale beachtet werden:

- Beleuchtungsstärke,
- Blendungsbegrenzung,

BGR 131-2

- Vermeidung störender Schatten,
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe.

6.2 Beleuchtungsstärke

6.2.1 Beleuchtungsstärke in Arbeitsbereichen

Ortsfeste Arbeitsbereiche

Werden in ortsfesten Arbeitsbereichen im Freien oder auf Baustellen Arbeiten verrichtet, z.B. Bedienen einer Tischkreissäge auf einer Baustelle, die den Tätigkeiten in Räumen entsprechen, so sind diese mit denen in Innenräumen geforderten Beleuchtungsstärken zu beleuchten.

Nicht ortsfeste Arbeitsbereiche

In nicht ortsfesten Arbeitsbereichen sind die Wartungswerte der horizontale Beleuchtungsstärke E_h nach Tabelle 8 einzuhalten. Die minimale horizontale Beleuchtungsstärke E_{\min} darf an keiner Stelle im Arbeitsbereich den Wert nach Tabelle 8 unterschreiten.

Risiko gruppen		Beleuchtungsstärke		Blendwerte	
		Wartungswert der horizontalen Beleuchtungs- stärke E_h in Lux	Gleich- mäßigkeit g_1	stationäre Beleuch- tungs- anlagen GR-Wert	mobile Beleuch- tungsan- lagen Blendwin- kel: θ in Grad
A1	sehr geringes Risiko	5	0,25	55	≥ 30°
A2	geringes Risiko	10	0,4	50	
B	mittleres Risiko	20	0,4	50	
C	hohes Risiko	50	0,4	50	

Beispiele für die aufgeführten Gruppen:

- A1: Parkplätze, Gehwege
- A2: Rangierbahnhöfe, Gleisbereich von Schienenbahnen, Werkstraßen mit Geschwindigkeiten ≤ 30 km/h
- B: Industrieanlagen, Werkstraßen mit Geschwindigkeiten ≤ 50 km/h, Baustellen
- C: Bahnsteige, Lade- und Warenumschlagplätze, Gleisbau

Tabelle 8: Anforderungen an Beleuchtungsanlagen im Freien und auf Baustellen

In der prEN ISO 8995-2 werden Wartungswerte der Beleuchtungsstärken in Abhängigkeit von sehphysiologischen und produktionsbezogenen Erfordernissen empfohlen.

6.2.2 Beleuchtungsstärken für bestimmte Tätigkeiten

Treten in nicht ortsfesten Arbeitsbereichen Tätigkeiten entsprechend Tabelle 9 auf, so sind in den Arbeitsbereichen Teilflächen mit einem höheren Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke als nach Tabelle 8 zu beleuchten.

BGR 131-2

Tätigkeiten	Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke
Arbeiten an Holzbearbeitungsmaschinen	500 Lux
Montagearbeiten	
Grob z.B. Erdarbeiten, Hilfs- u. Lagerarbeiten	50 Lux
Mittelfein z.B. Maurer-, Schal-, Installationsarbeiten	100 Lux
Fein z.B. anspruchsvolle Montagen, Oberflächenbehandlung	200 Lux

Tabelle 9: Beleuchtungsstärken auf Teilflächen für bestimmte Tätigkeiten

6.3

Begrenzung der Blendung

Die Leuchten sind so auszuwählen und anzuordnen, dass eine störende Blendung vermieden wird. Dazu dürfen bei stationären Beleuchtungsanlagen die Blendungswerte GR nach Tabelle 8 nicht überschritten werden. Alle bei der Ermittlung des GR-Wertes getroffenen Annahmen müssen in der Anlagendokumentation aufgeführt werden.

Bei mobilen Anlagen darf der Blendwinkel $\Theta = 30^\circ$ nicht unterschritten werden.

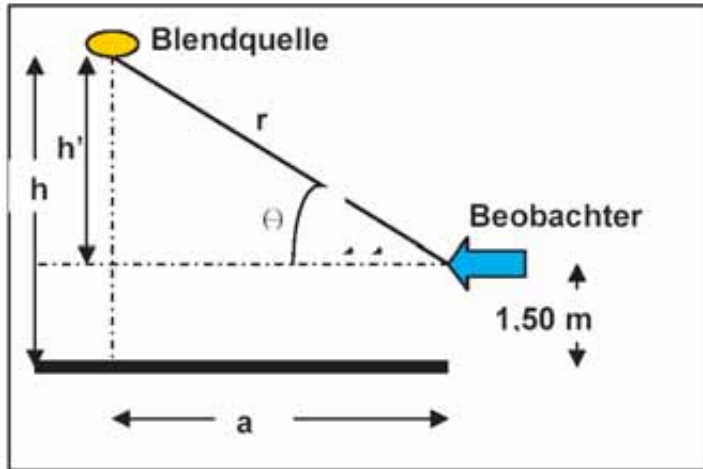


Bild 8: Schematische Darstellung des Blendwinkels (θ). Dieser ist, wenn nicht anders angegeben, der Winkel zwischen einer horizontalen Sichtlinie (a) und der Linie (r) zur Leuchte

Bei einem zulässigen Blendwinkel von $\theta = 30^\circ$ ergibt sich nach der vereinfachten Formel (Bild 5) der Abstand (a) zwischen dem Beobachter und dem Leuchtenfußpunkt unter Berücksichtigung Mindestleuchtenhöhe (h). Durch Einhaltung dieser Beziehung wird die Blendung gering gehalten.

$$a = 2 * h - 3(\text{m}) \quad (\text{für } \theta = 30^\circ)$$

Bild 9: vereinfachte Formel für Abstand des Beobachters und Mindestleuchtenhöhe

Für eine einfache Ermittlung von Blendquellen auf einer Baustelle kann folgende Faustregel angewendet werden:

„Mit der Hand wird das Auge gegen die Richtung abgeschirmt, aus der die Blendung vermutet wird. Verschwinden jetzt die Störeffindungen beim Sehen und tritt der zu beobachtende Gegenstand deutlicher hervor, so ist eine Blendung vorhanden.“

BGR 131-2

6.4 Vermeidung störender Schatten

Schatten, die zu Unfallgefahren führen oder stören, sind zu vermeiden.

Zu tiefe Schatten (Schlagschatten) können Gefahrenquellen überdecken und damit zu Unfallgefahren führen. Störende Schatten durch Gegenstände oder den Körper von Personen können durch richtige Lichtrichtung verhindert werden.

Deshalb ist es sinnvoll mehrere Leuchten aus verschiedenen Richtungen vorzusehen. Eine gute Lichtrichtung stellt die Beleuchtung unter einem Winkel von 45° dar, d.h. die Leuchtenhöhe (h) entspricht dem horizontalen Leuchtenabstand (a).

6.5 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Bei der Auswahl von Lampen ist sicherzustellen, dass Sicherheitsfarben auch als solche erkennbar sind. Der Farbwiedergabeindex R_a muss daher ≥ 20 sein.

Die Lichtfarbe der Lampen darf nicht zur Verwechslung mit optischen Signalen führen.

6.6 Beleuchtung von besonderen Gefahrbereichen

Besondere Gefahrbereiche sollten abweichend von den bereits genannten Anforderungen beleuchtet werden.

Besondere Gefahrbereiche auf Baustellen sind z.B. dort, wo sich Fuß- und Fahrzeugverkehr kreuzen. Durch eine zweckmäßige Beleuchtung können diese Gefahrbereiche für das Auge hervorgehoben und die Mitarbeiter rechtzeitig gewarnt werden. Eine Möglichkeit hierfür ist die Beleuchtung mit einer anderen Lichtfarbe oder die Anhebung der Beleuchtungsstärke, die dann mindestens doppelt so hoch sein muss, wie die Beleuchtungsstärke der Umgebung.

6.7 Auswahl von Lampen und Leuchten

Für eine gute Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke sollten bevorzugt Leuchten mit einer breitstrahlenden oder asymmetrischen Lichtverteilung eingesetzt werden.

Sind kleinere Bereiche zu beleuchten, so werden in der Regel einfache Leuchten für Halogen- oder Leuchtstofflampen ausreichen, um die erforderliche Beleuchtungsstärke zu erreichen. Bei größeren Bereichen sind Leuchten für Lampen mit hoher Lichtleistung (Hochdrucklampen) zweckmäßig. In der Tabelle 10 sind Beispiele für die Bestimmung der Leuchtenanzahl für unterschiedliche Lampentypen aufgeführt.

Lampentyp		Leuchtenanzahl pro 100 Lux								
		zu beleuchtende Grundfläche in m ²								
		10	20	40	60	100	250	500	1000	2000
		abgedeckte Feuchtraumleuchten (Raumhöhe max. 4 m)								
Dreibanden-Leuchtstofflampe	58 Watt	2	3	4	6	8	16			
		Strahler								
Halogenlampe	500 Watt		1	1	2	4	8			
Halogenlampe	1000 Watt				1	2	4	8		
Halogenlampe	2000 Watt					1	2	4	8	
Quecksilberdampf HD-Lampe	250 Watt					2	5	9	18	
Metallhalogendampf HD-Lampe	250 Watt					2	3	6	10	20
Natriumdampf HD-Lampe	250 Watt					1	3	5	10	20
Metallhalogendampf HD-Lampe	400 Watt						2	4	8	15
Metallhalogendampf HD-Lampe	2000 Watt								2	4

Tabelle 10: Beispiel für die Bestimmung der Leuchtenanzahl für unterschiedliche Lampentypen (Reflexionsgrad =30%, Wartungsfaktor =0,67)

Glossar

1. **Arbeitsstätten** sind
 - a) Orte in Gebäuden oder im Freien, die sich auf dem Gelände eines Betriebes oder einer Baustelle befinden und die zur Nutzung für Arbeitsplätze vorgesehen sind,
 - b) andere Orte in Gebäuden oder im Freien, die sich auf dem Gelände eines Betriebes oder einer Baustelle befinden und zu denen Mitarbeiter im Rahmen ihrer Arbeit Zugang haben.
2. **Arbeitsplätze** sind Bereiche von Arbeitsstätten, in denen sich Mitarbeiter bei der von ihnen auszuübenden Tätigkeit regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder im Verlauf der täglichen Arbeitszeit nicht nur kurzfristig aufhalten müssen.
3. **Arbeitssystem** dient der Erfüllung der Arbeitsaufgabe, hierbei wirken Mensch und Arbeitsmittel im Arbeitsablauf am Arbeitsplatz in einer Arbeitsumgebung unter den Bedingungen dieses Arbeitssystems zusammen.
4. **Bildschirmarbeitsplatz** ist der räumliche Bereich im Arbeitssystem einschließlich der unmittelbaren Arbeitsumgebung, der mit Bildschirmgerät sowie gegebenenfalls mit Zusatzgeräten und sonstigen Arbeitsmitteln ausgerüstet ist.
5. **Arbeitsbereich** ist der räumliche Bereich im Arbeitssystem, in dem die Arbeitsaufgaben verrichtet werden, der sich zusammensetzt aus
 - den Arbeitsflächen,
 - den Benutzerflächen
 - und
 - allen dem unmittelbaren Fortgang der Arbeit dienenden Lagerflächen.
6. **Arbeitsflächen** sind Flächen in Arbeitshöhe, auf denen die eigentlichen Arbeitsaufgaben verrichtet werden.
7. **Benutzerflächen** schließen sich direkt der Arbeitsfläche an. Sie sind so bemessen, dass die natürlichen Bewegungsabläufe des Menschen nicht behindert werden und für wechselnde Körperhaltungen, z.B. Sitzen und Stehen, sowie für dynamisches Sitzen (Wechsel zwischen vorgeneigter,

mittlerer und zurückgeneigter Sitzposition) ausreichend Platz vorhanden ist.

8. **Teilflächen** sind Bereiche für bestimmte Tätigkeiten mit höheren Sehanforderungen innerhalb des Arbeitsbereiches.
9. **Umgebungsbereiche** sind räumliche Bereiche im Arbeitssystem ohne Arbeitsplätze, die sich direkt an einen oder mehrere Arbeitsbereiche anschließen und bis an die Raumwände bzw. sonstigen Bereiche nach Abschnitt 5.1.1.1 reichen.
10. **Sonstige Bereiche** sind räumliche Bereiche im Arbeitssystem ohne Arbeitsplätze, die nicht zum Umgebungsbereich gehören, z.B. Verkehrswege, Lagerflächen, größere Hallenbereiche
11. **Lichtstrom** ist die von einer Strahlungsquelle, z.B. von einer Lampe, ausgestrahlte Lichtmenge.
Formelzeichen: Φ
Einheit: Lumen (lm)
Die Lichtströme von Lampen sind in den Dokumentationsunterlagen der Lampenhersteller angegeben.
12. **Lichtstärke** ist der Teil des Lichtstromes, der in eine bestimmte Richtung abgestrahlt wird, bezogen auf den durchstrahlten Raumwinkel.
Formelzeichen: I
Einheit: Candela (cd)
Die Lichtstärke wird zur Kennzeichnung der räumlichen Lichtstromverteilung von Lampen bzw. Leuchten verwendet.
13. **Beleuchtungsniveau** ist ein allgemeiner Begriff für die Quantität des Lichtes in einem Raum, einer Raumzone oder Fläche. Das Beleuchtungs-niveau wird maßgeblich von den Beleuchtungsstärken bestimmt. Dies sind
 - die horizontale Beleuchtungsstärke,
 - mittlere vertikale Beleuchtungsstärke,
 - die vertikale Beleuchtungsstärkesowie deren Gleichmäßigkeit und ihre Verteilung im Raum.
14. **Beleuchtungsstärke** ist ein Maß für den auf einer Fläche auftreffenden Lichtstrom Φ und der Größe dieser Fläche A.
Formelzeichen: E
Einheit: Lux (lx)

BGR 131-2

Die Beleuchtungsstärke ist eine wichtige Größe für die Planung und Überprüfung einer Beleuchtungsanlage.

15. **Wartungswert** ist der Beleuchtungsstärke ist der Wert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche nicht sinken darf.
16. **Horizontale Beleuchtungsstärke E_h** ist die Beleuchtungsstärke auf einer ebenen horizontalen Fläche, z.B. auf einer Arbeitsfläche.
17. **Zylindrische Beleuchtungsstärke E_z**

ist der Mittelwert der Beleuchtungsstärke auf der Mantelfläche eines Zylinders. Sie kann näherungsweise als mittlere vertikale Beleuchtungsstärke durch Berechnung oder Messung der vertikalen Beleuchtungsstärken in den vier Raumrichtungen wie im Bild dargestellt ermittelt werden.

$$E_z = \frac{1}{4} (E_{v1} + E_{v2} + E_{v3} + E_{v4})$$

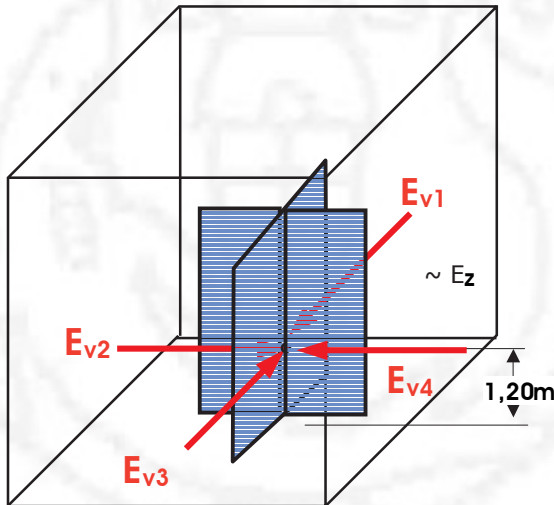


Bild 1: Schematische Darstellung zur Berechnung und Messung der mittleren vertikalen Beleuchtungsstärke in einem Punkt zur näherungsweisen Bestimmung der zylindrischen Beleuchtungsstärke)

18. **Vertikale Beleuchtungsstärke E_v**
ist die Beleuchtungsstärke auf einer ebenen vertikalen Fläche, z.B. auf einer Schrankfläche.
19. **Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke g_1**
ist die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke wird als Bewertungsgröße für die Verteilung der horizontalen, mittleren vertikalen und vertikalen Beleuchtungsstärken verwendet.
Die Gleichmäßigkeit g_1 ist der Quotient aus minimaler Beleuchtungsstärke E_{\min} (kleinste Beleuchtungsstärke der relevanten Punkte) und mittlerer Beleuchtungsstärke \bar{E} (Mittelwert der Beleuchtungsstärken der relevanten Punkte) auf der jeweiligen Bewertungsfläche.
20. **Leuchtdichte** ist ein Maß für den Helligkeitseindruck einer beleuchteten oder leuchtenden Fläche und wird durch das Verhältnis der Lichtstärke zur Größe dieser Fläche definiert.
Formelzeichen: L
Einheit: cd/m^2
21. Unter **Blendung** versteht man Störungen durch zu hohe Leuchtdichten oder zu große Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld.
22. **Physiologische Blendung** ist die Blendung, die eine unmittelbare Herabsetzung der Sehfunktionen, z.B. Unterschiedsempfindlichkeit und Wahrnehmungsgeschwindigkeit zur Folge hat.
Die Bewertung der physiologischen Blendung durch Leuchten für Arbeitsplätze im Freien erfolgt durch das GR-(CIE Glare Rating) Verfahren nach Entwurf DIN EN ISO 8995-2.
23. **Psychologische Blendung** ist die Blendung, bei welcher ein unangenehmes Gefühl (Störfempfindung) hervorgerufen wird. Sie führt bei längerer Dauer zu vorzeitiger Ermüdung, zur Herabsetzung der Leistung, der Leistungsbereitschaft und des Wohlbefindens.
Die Bewertung der psychologischen Blendung durch Leuchten in Innenräumen erfolgt durch das UGR-(Unified Glare Rating) Verfahren nach DIN EN 12464-1.
UGR-Grenzwerte werden in folgenden Blend-Stufen angegeben – mit aufsteigender Blend-Störung – : 16 – 19 – 22 – 25 – 28.
24. **Reflexionen** entstehen durch Spiegelungen von Flächen hoher Leuchtdichte auf glänzenden Oberflächen z.B. auf Bildschirmoberflächen, Arbeitsmitteln und Schreibtischen.

BGR 131-2

25. Unter **Schleierreflexionen** versteht man an Bildschirmen die zusätzliche Aufhellung der Bildschirmanzeige durch die Beleuchtung. Dadurch werden die Kontraste zwischen Zeichen und Hintergrund der Bildschirmanzeige verringert.
26. **Körperwiedergabe** (auch Schattigkeit genannt) ist die Umschreibung derjenigen Eigenschaften einer Beleuchtung, die die räumliche Wahrnehmung von Objekten, z.B. Gesichtern, beeinflusst.

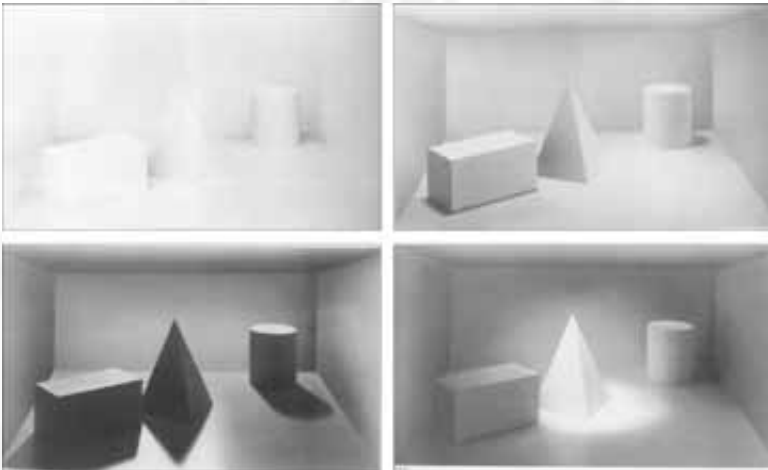


Bild 2: Räumliche Wahrnehmung von Objekten bei unterschiedlicher Schattigkeit

27. **Lichtfarbe** ist der Farbeindruck einer Lichtquelle, z.B. Lampe, Tageslicht. Die Lichtfarbe von Tageslicht und Lampen wird durch die ähnlichste Farbtemperatur in Kelvin (K) gekennzeichnet.
28. **Farbwiedergabe** ist die Wirkung einer Lichtquelle auf den Farbeindruck eines Objektes, das mit dieser Lichtquelle beleuchtet wird, im Vergleich zum Farbeindruck dieses mit einer Referenzlichtquelle beleuchteten Objektes.
29. **Farbwiedergabeindex** sind die Farbwiedergabeeigenschaften von Lampen und somit der Grad der Farbverfälschung gegenüber der Referenzlichtquelle werden durch den Allgemeinen Farbwiedergabeindex R_a gekennzeichnet.

30. **Flimmern** ist die wahrnehmbare zeitliche Schwankung des Lichts unterhalb der Flimmerverschmelzungsfrequenz.
31. **Pulsation** ist die nicht wahrnehmbare zeitliche Schwankung des Lichts oberhalb der Flimmerverschmelzungsfrequenz.
32. **Glanzgrad** ist die Bezeichnung für die subjektive Glanzempfindung von Oberflächen.
33. **Reflexionsgrad** ist das Verhältnis des von einer Fläche reflektierten Lichtstroms zu dem auf die Fläche auftreffenden Lichtstrom.
Formelzeichen: ρ
Der Reflexionsgrad kann näherungsweise mit Reflexionsgradtafeln ermittelt werden.
34. **Lichtmanagement** ist das zielgerichtete Beeinflussen der Lichtverhältnisse durch Schalten, Steuern und Regeln.
35. **Dynamisches Licht** ist eine Form des Lichtmanagements, bei dem die Beleuchtungsstärke, Lichtfarbe und Lichtverteilung über einen zeitlichen Verlauf geändert werden.

BGR 131-2

Anhang 2

Beispiele für Anforderungen an Beleuchtungsstärken

Beispiele für Anforderungen an Beleuchtungsstärken in Abhängigkeit von sehphysiologischen und produktionsbezogenen Erfordernissen nach DIN EN 12464-1 und die Mindestanforderungen für die Beleuchtungsstärken nach dieser BG-Regel

Beispiele aus DIN EN 12464-1		Umsetzung nach BGR 131		
Räume (Bereiche) Aufgaben, Tätigkeiten	Wartungswerte Beleuchtungs- stärke auf der Bewertungsflä- che (bereiche), Sehaufgaben oder Tätigkeiten	Wartungswerte der horizontalen Beleuchtungsstärke		
		im Arbeitsbereich	auf der Teilfläche	im Umgebungs- bereich
Keramik, Fliesen, Glas, Glaswaren				
Schleifen optischer Gläser, Kristallglas, Handschleifen, Gravieren, Arbeiten an mittelgroßen Teilen	750 Lux	500 Lux	750 Lux	300 Lux
Chemische Industrie, Kunststoff- und Gummiindustrie				
Präzisionsmess- messräume, Laboratorien	500 Lux	500 Lux	–	300 Lux
Zuschneiden, Nachbearbeiten, Kontrollarbeiten	750 Lux	500 Lux	750 Lux	300 Lux
Elektro-Industrie				
Elektronikwerk- stätten, Prüfen, Justieren	1500 Lux	500 Lux	1500 Lux	300 Lux

Beispiele aus DIN EN 12464-1		Umsetzung nach BGR 131		
Räume (Bereiche) Aufgaben, Tätigkeiten	Wartungswerte Beleuchtungs- stärke auf der Bewertungsfläche (bereiche), Schaufgaben oder Tätigkeiten	Wartungswerte der horizontalen Beleuchtungsstärke		
		im Arbeitsbereich	auf der Teilfläche	im Umgebungs- bereich
Metallbe- und Verarbeitung				
Feine Maschinenarbeiten, Schleifen: Toleranzen < 1 mm	500 Lux	500 Lux	-	300 Lux
Textilherstellung und -verarbeitung				
Spinnen, Zwirnen, Spulen, Winden	500 Lux	500 Lux	-	300 Lux
Nähen, Feinsticken, Maschen aufnehmen	750 Lux	500 Lux	750 Lux	300 Lux
Automobilbau				
Karosseriebau und Montage	500 Lux	500 Lux	-	300 Lux
Endkontrolle	1000 Lux	500 Lux	1000 Lux	300 Lux
Holzbe- und -verarbeitung				
Schleifen, Lackieren, Modelltischlerei	750 Lux	500 Lux	750 Lux	300 Lux
Arbeiten an Holzbearbeitungsmaschinen, z.B. Drechseln, Kehlen, Abrichten, Fugen, Schneiden, Sägen, Fräsen	500 Lux	500 Lux	-	300 Lux
Endkontrolle	1000 Lux	500 Lux	1000 Lux	300 Lux

BGR 131-2

Beispiele aus DIN EN 12464-1		Umsetzung nach BGR 131		
Räume (Bereiche) Aufgaben, Tätigkeiten	Wartungswerte Beleuchtungs- stärke auf der Bewertungsfläche (bereiche), Sehaufgaben oder Tätigkeiten	Wartungswerte der horizontalen Beleuchtungsstärke		
		im Arbeitsbereich	auf der Teilfläche	im Umgebungs- bereich
Büro				
Schreiben, Schreibmaschine- schreiben, Lesen Datenverarbeit- ung	500 Lux	500 Lux	–	300 Lux
CAD- Arbeitsplätze	500 Lux	500 Lux	–	300 Lux
Konferenz- und Besprechungs- räume	500 Lux	500 Lux	–	300 Lux
Verkaufsräume				
Kassenbereich	500 Lux	500 Lux	–	300 Lux
Gesundheitseinrichtungen Untersuchungsräume (allgemein)				
Allgemein- beleuchtung	500 Lux	500 Lux	–	300 Lux
Untersuchung und Behandlung	1000 Lux	500 Lux	1000 Lux	300 Lux

Anhang 3**Hinweise zur betrieblichen orientierenden Messung der horizontalen Beleuchtungsstärke**

Betriebliche orientierende Messungen der Beleuchtungsstärke können vom Unternehmen selbst durchgeführt werden. Hierfür ist ein Beleuchtungsstärkemessgerät mindestens der Klasse C zu verwenden. Es ist zu beachten, dass das Messergebnis von der Netzspannung und der Raumtemperatur abhängig ist.

Die Messungen der künstlichen Beleuchtung in Räumen, die auch durch Tageslicht beleuchtet werden, sollten bei natürlicher Dunkelheit durchgeführt werden. Kann Tageslicht nicht ausgeschlossen werden, ist sowohl bei eingeschalteter als auch danach bei ausgeschalteter künstlicher Beleuchtung zu messen. Aus der Differenz der beiden Messungen werden die Werte der künstlichen Beleuchtung ermittelt. Da das Tageslicht stark schwanken kann, sollten die beiden Messungen bei bedecktem Himmel unmittelbar nacheinander durchgeführt werden.

Zur Untersuchung des Ist-Zustandes sind die Beleuchtungsanlagen im jeweiligen Betriebszustand zu messen. Die Messung neuer Beleuchtungsanlagen ist bei nicht verschmutzten Leuchten durchzuführen. Leuchtstofflampen und andere Entladungslampen müssen mindestens 100 h, Glühlampen mindestens 1 h jeweils im ungedimmten Zustand in Betrieb gewesen sein.

Vor Beginn der Messung sind die Lampen in den Leuchten im ungedimmten Zustand so lange einzubrennen, bis ein stationärer Zustand der Anlage erreicht ist. Der stationäre Zustand kann als erreicht angesehen werden, wenn drei – in Abständen von einigen Minuten – aufeinander folgende Messungen der Beleuchtungsstärke keine bedeutsamen Veränderungen mehr zeigen.

Während der Messung darf der Lichteinfall auf das Messfeld weder durch Messpersonen noch durch Gegenstände, die nicht zur Einrichtung gehören, gestört werden. Mögliche Störungen können durch Abschattungen und Reflexionen entstehen.

Zur Orientierung kann die mittlere horizontale Beleuchtungsstärke gemessen werden. Hierzu werden die ermittelten Messwerte der einzelnen Messpunkte addiert und dann durch die Anzahl der Messpunkte dividiert. Die Messpunkte sollten, wie im Bild 10 beispielhaft gezeigt, auf der Bewertungsfläche möglichst gleichmäßig verteilt sein. Das Messergebnis variiert unter anderem mit der Anzahl und der Verteilung der Messpunkte.

Anmerkung: Eine genaue Messung zur Überprüfung der Beleuchtung sollte nach der Norm DIN 5035-6 „Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 6: Messung und Bewertung“ und durch eine entsprechend qualifizierte Person durchgeführt werden.

BGR 131-2

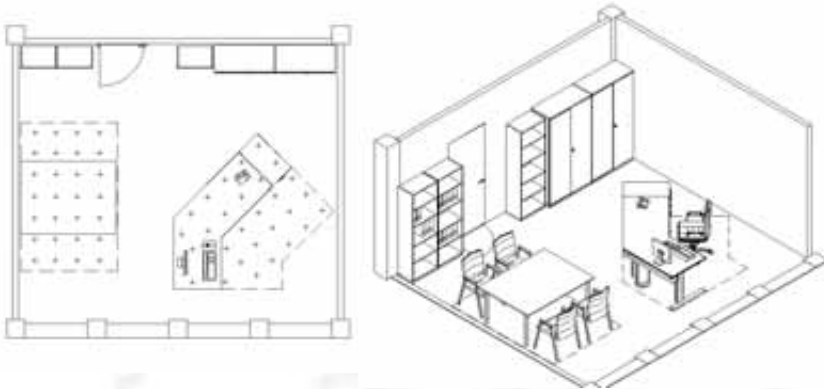


Bild 10: Beispiel für die Verteilung von Messpunkten für eine orientierende Messung. Ermittelt wird die mittlere horizontale Beleuchtungsstärke an zwei Arbeitsbereichen im Büro

Anhang 4**Vorschriften, Regeln**

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt:

1. Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle: Buchhandel
oder
Carl Heymanns Verlag GmbH
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln.

Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG),

Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG),

Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG),

Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) mit zugehörigen Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR),

Betriebsicherheitsverordnung (BetriebsSichV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Betriebsicherheit, insbesondere

TRBS 1203 „Befähigte Personen“.

2. Berufsgenossenschaftliche Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie Berufsgenossenschaftliche Grundsätze

Bezugsquelle: zuständige Berufsgenossenschaft
oder
Carl Heymanns Verlag GmbH
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln.

– Unfallverhütungsvorschriften

Grundsätze der Prävention (BGV A1),

Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (BGV A3).

– BG-Regeln

Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsplätzen – Teil 1: Handlungshilfen für den Unternehmer (BGR 131-1),

Optische Sicherheitsleitsysteme (einschließlich Sicherheitsbeleuchtung)“ (BGR 216),

BGR 131-2

– BG-Informationen

Bildschirm- und Büroarbeitsplätze (BGI 650),

Beleuchtung im Büro – Hilfen für die Planung von Beleuchtungsanlagen von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen (BGI 856),

Sonnenschutz im Büro – Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen (BGI 827),

Tageslicht am Arbeitsplatz – Antworten auf die häufigsten Fragen (in Vorbereitung),

Dynamik und Lichtmanagement (in Vorbereitung),

– BG-Grundsätze

Ausbildung von Sachkundigen für die Prüfung der künstlichen Beleuchtung an Arbeitsplätzen (BGG 917) (in Überarbeitung).

3. Normen

Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin
bzw.
VDE-Verlag GmbH,
Postfach 12 23 05, 10591 Berlin.

- DIN EN 12464-1 Licht und Beleuchtung; Beleuchtung von Arbeitsstätten; Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen,
- DIN 5035-6 Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 6: Messung und Bewertung,
- DIN 5034 Tageslichtlicht in Innenräumen,
- DIN 5035-6 Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 6: Messung und Bewertung
- DIN 5035-7 Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 7: Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen,
- DIN 5035-8 Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 8: Arbeitsplatzleuchten; Anforderungen, Empfehlungen und Prüfung,
- prEN ISO 8995-2 Beleuchtung an Arbeitsplätzen; Teil 2: Im Freien.