

215-210

DGUV Information 215-210



Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten

Impressum

Herausgeber:
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet „Beleuchtung“ des Fachbereichs „Verwaltung“ der DGUV.

Ausgabe: September 2016

DGUV Information 215-210
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
oder unter www.dguv.de/publikationen

Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Vorwort	5	Anhang A	
		Abweichende Begriffe der ASR A3.4 zur Norm DIN EN 12464-1	46
Auszüge aus der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und den Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR)	6	Anhang B	
		Hinweise zur Blendungsbewertung	47
1 Zielstellung	7	Anhang C	
2 Anwendungsbereich	7	Anhänge aus ASR A3.4 Beleuchtung.....	51
3 Begriffsbestimmungen	8		
4 Beleuchtung mit Tageslicht	15		
4.1 Ausreichendes Tageslicht	15		
4.2 Maßnahmen zur Begrenzung der Blendung	18		
5 Künstliche Beleuchtung in Gebäuden	19		
5.1 Allgemeine Anforderungen	19		
5.2 Beleuchtungsstärken	20		
5.3 Begrenzung von Blendung.....	28		
5.4 Farbwiedergabe	33		
5.5 Flimmern oder Pulsation	35		
5.6 Schatten	35		
6 Künstliche Beleuchtung im Freien	38		
6.1 Beleuchtungsstärken	38		
6.2 Begrenzung von Blendung.....	39		
6.3 Farbwiedergabe	39		
7 Betrieb, Instandhaltung und orientierende Messung	40		
7.1 Betrieb.....	40		
7.3 Orientierende Messung.....	42		
8 Abweichende/ergänzende Anforderungen für Baustellen	45		

Vorwort

Diese DGUV Information richtet sich in erster Linie an die Unternehmerin/den Unternehmer. Sie soll Hilfestellung bei der Umsetzung der Technischen Regel für Arbeitsstätten „Beleuchtung“ (ASR A3.4) geben und aufzeigen, wie Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können. Dabei werden auch Anwendungs- und Praxisbeispiele vorgestellt. Die Erarbeitung der Informationsschrift erfolgte im DGUV-Fachbereich Verwaltung.

Die Beleuchtung am Arbeitsplatz hat die Funktion, den Sehvorgang ohne Beeinträchtigung der Gesundheit zu ermöglichen und optimal zu unterstützen. Unfälle und Fehlbeanspruchungen sollen vermieden werden. Eine gute Beleuchtung trägt dazu bei, die Aktivität und das Wohlbefinden der Beschäftigten zu fördern, was sich wiederum positiv auf die Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft der Beschäftigten auswirkt.

Die ASR A3.4 „Beleuchtung“ stellt Anforderungen bezüglich Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten bei der Arbeit. Dabei handelt es sich um Mindestanforderungen, deren Einhaltung nicht unbedingt bedeutet, dass für den jeweiligen Zweck eine optimierte Beleuchtung erreicht wird. Für bestimmte Personengruppen und Anwendungsfälle sind weitergehende Optimierungen empfehlenswert. Zum Beispiel nimmt die Sehleistung mit zunehmendem Alter ab, so dass ältere Menschen für die gleichen Sehaufgaben höhere Ansprüche an die Beleuchtung stellen als jüngere Menschen (siehe Abschnitt 5). Auch für Menschen mit Sehbehinderungen muss die Beleuchtung entsprechend der Ausprägung der Behinderung angepasst sein.

Insbesondere kleine und mittelgroße Unternehmen und auch Beleuchtungsplaner finden hier eine Hilfestellung für die betriebliche Praxis sowie Hinweise zur Optimierung der Beleuchtung. Die Aufsichtspersonen der Unfallversicherungsträger und staatlichen Ämter/Behörden unterstützen diese Informationsschrift bei der Beratung der Unternehmen.

In dieser DGUV Information werden die Technischen Regeln für Arbeitsstätten, der Stand der Technik, wissenschaftliche Erkenntnisse und praktische Erfahrungen der Unfallversicherungsträger berücksichtigt. Praxisorientierte Anwendungsbeispiele und Abbildungen helfen, die Anforderungen und Empfehlungen zu verdeutlichen und deren Umsetzung zu erleichtern.

Die Anforderungen der ASR A3.4/3 „Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme“ sind nicht Gegenstand dieser DGUV Information.



Hinweis

Die Technische Regel für Arbeitsstätten „Beleuchtung“ (ASR A3.4) konkretisiert die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung an die Beleuchtung. In dieser Informationsschrift sind die Texte und Inhalte im originalen Wortlaut aufgeführt.

Quellen:

ASR A3.4 Beleuchtung, Ausgabe: April 2011 zuletzt geändert GMBI 2014, S. 287; Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179), die zuletzt durch Artikel 282 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist lt. http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/arbst_ttv_2004/gesamt.pdf

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179), die zuletzt durch Artikel 282 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

Auszüge aus der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und den Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR)



Verordnung über Arbeitsstätten

(vom 12.08.2004)

§ 3a Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten

(1) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Arbeitsstätten so eingerichtet und betrieben werden, dass von ihnen keine Gefährdungen für die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten ausgehen. Dabei hat er den Stand der Technik und insbesondere die vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales nach § 7 Abs. 4 bekannt gemachten Regeln und Erkenntnisse zu berücksichtigen. Bei Einhaltung der im Satz 2 genannten Regeln und Erkenntnisse ist davon auszugehen, dass die in der Verordnung gestellten Anforderungen diesbezüglich erfüllt sind. Wendet der Arbeitgeber die Regeln und Erkenntnisse nicht an, muss er durch andere Maßnahmen die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz der Beschäftigten erreichen.

Auszüge aus „Anhang Anforderungen an Arbeitsstätten nach § 3 Abs. 1

3.4 Beleuchtung und Sichtverbindung

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

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

3.5 Raumtemperatur

(2) Fenster, Oberlichter und Glaswände müssen je nach Art der Arbeit und der Arbeitsstätte eine Abschirmung der Arbeitsstätten gegen übermäßige Sonneneinstrahlung ermöglichen.



ASR A3.4 Beleuchtung

Die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für das Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten wieder. Sie werden vom Ausschuss für Arbeitsstätten ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Diese ASR A3.4 konkretisiert im Rahmen des Anwendungsbereichs die Anforderungen der Verordnung über Arbeitsstätten. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Die vorliegende Technische Regel beruht auf der BGR 131, Teil 2 „Leitfaden zur Planung und zum Betrieb der Beleuchtung“ des Fachausschusses „Einwirkungen und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV). Der Ausschuss für Arbeitsstätten hat die grundlegenden Inhalte der BGR 131, Teil 2 in Anwendung des Kooperationsmodells (BArbBl. 6/2003 S. 48) als ASR in sein Regelwerk übernommen.

Inhalt

1. Zielstellung
2. Anwendungsbereich
3. Begriffsbestimmungen
4. Beleuchtung mit Tageslicht
5. Künstliche Beleuchtung in Gebäuden
6. Künstliche Beleuchtung im Freien
7. Betrieb, Instandhaltung und orientierende Messung
8. Abweichende/ergänzende Anforderungen für Baustellen

1 Zielstellung



ASR A3.4 Beleuchtung

1. Zielstellung

(1) Diese Arbeitsstättenregel konkretisiert die Anforderungen an das Einrichten und Betreiben der Beleuchtung von Arbeitsstätten in § 3a Abs. 1 sowie insbesondere im Punkt 3.4 Abs. 1 und 2 des Anhanges der Arbeitsstättenverordnung. Weiterhin konkretisiert diese Arbeitsstättenregel die Anforderungen im Punkt 3.5 Abs. 2 des Anhanges der Arbeitsstättenverordnung bezüglich des Blendschutzes bei Sonneneinstrahlung.

(2) Die Festlegungen dieser ASR zur Beleuchtung dienen der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Beschäftigten am Arbeitsplatz und beschreiben für ausgewählte Tätigkeiten die erforderliche Beleuchtung zur gesundheitsgerechten Erledigung der Sehaufgaben. Der Einfluss des Tageslichts am Arbeitsplatz wird soweit berücksichtigt, wie dies für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten erforderlich ist.

Hinweis:

Die Anforderungen dieser ASR weichen in Einzelfällen von Normen, insbesondere von DIN EN 12464-1:2003 *Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen* sowie DIN EN 12464-2:2007 – *Teil 2: Beleuchtung im Freien* ab. Die DIN EN 12464 Teil 1 und 2 legen Planungsgrundlagen für Beleuchtungsanlagen fest, berücksichtigen aber nicht die Anforderungen, die an Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit zu stellen sind.

2 Anwendungsbereich



ASR A3.4 Beleuchtung

2 Anwendungsbereich

(1) Diese ASR findet Anwendung auf die natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten in Gebäuden und fliegenden Bauten oder im Freien, soweit dem betriebstechnische Gründe nicht entgegenstehen, z. B. in Räumen mit Fotolaboren und in Gasträumen. Betriebstechnische Besonderheiten können die Nichtanwendung bestimmter Anforderungen dieser ASR begründen. In solchen Fällen ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung vom Arbeitgeber zu entscheiden, welche Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz der Beschäftigten durchgeführt werden müssen.

(2) Anforderungen zum Schutz vor der thermischen Belastung durch Sonneneinstrahlung siehe ASR A3.5 „Raumtemperatur“.

Arbeitgebende haben dafür zu sorgen, dass Arbeitsstätten den Anforderung der Verordnung über Arbeitsstätten und deren Anhänge entsprechend eingerichtet und betrieben werden, damit für die Beschäftigten keine Gefährdungen für Sicherheit und Gesundheit bestehen.

Dabei sind die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) zu berücksichtigen. Bei Einhaltung der ASR kann davon ausgegangen werden, dass die in der Verordnung gestellten Anforderungen erfüllt sind (Vermutungswirkung).

Wird die ASR nicht angewendet, muss nach vorheriger Beurteilung der Arbeitsbedingungen (Gefährdungsbeurteilung) die gleiche Sicherheit und der gleiche Gesundheitsschutz durch andere Maßnahmen erreicht werden.

Betriebstechnische Besonderheiten, die eine Nichtanwendung der ASR begründen, sind solche, die zum Beispiel eine Nichtdurchführbarkeit von erforderlichen Betriebs- bzw. Produktionsabläufen betreffen. Finanzielle Gründe oder die Unternehmenskultur stellen keine betriebstechnischen Besonderheiten im Sinne dieser ASR dar.

Weitere Hinweise zu „Anforderungen zum Schutz vor der thermischen Belastung durch Sonneneinstrahlung“ enthält die DGUV Information 215-444 „Sonnenschutz im Büro“.

3 Begriffsbestimmungen



Hinweis

In dieser DGUV Information sind weitere Begriffsbestimmungen ergänzend zur ASR A3.4 Beleuchtung aufgeführt.



ASR A3.4 Beleuchtung

3 Begriffsbestimmungen

3.1 Der **Bereich des Arbeitsplatzes** setzt sich zusammen aus
– den Arbeitsflächen,
– den Bewegungsflächen und
– allen dem unmittelbaren Fortgang der Arbeit dienenden Stellflächen.

3.2 **Umgebungsbereich** ist ein räumlicher Bereich, der sich direkt an einen Bereich oder mehrere Bereiche von Arbeitsplätzen anschließt oder durch die Raumwände oder Verkehrswege begrenzt wird.

3.3 **Arbeitsfläche** ist eine Fläche in Arbeitshöhe, auf der die eigentliche Arbeitsaufgabe verrichtet wird.

3.4 **Bewegungsflächen** sind zusammenhängende unverstellte Bodenflächen am Arbeitsplatz, die mindestens erforderlich sind, um den Beschäftigten bei ihrer Tätigkeit wechselnde Arbeitshaltungen sowie Ausgleichsbewegungen zu ermöglichen.

3.5 Eine **Teilfläche** ist eine Fläche mit höheren Sehanforderungen, z. B. Lesen, Schreiben, Messen, Kontrollieren und Betrachten von Fertigungsprozessen, innerhalb einer Arbeitsfläche.

Bereich des Arbeitsplatzes

Der Bereich des Arbeitsplatzes setzt sich aus der Arbeitsfläche und den Bewegungsflächen zusammen. Daran grenzt der Umgebungsbereich an. Die Bewegungsfläche nach ASR A1.2 "Raumabmessungen und Bewegungsflächen" hat eine Tiefe von mindestens 1 Meter.

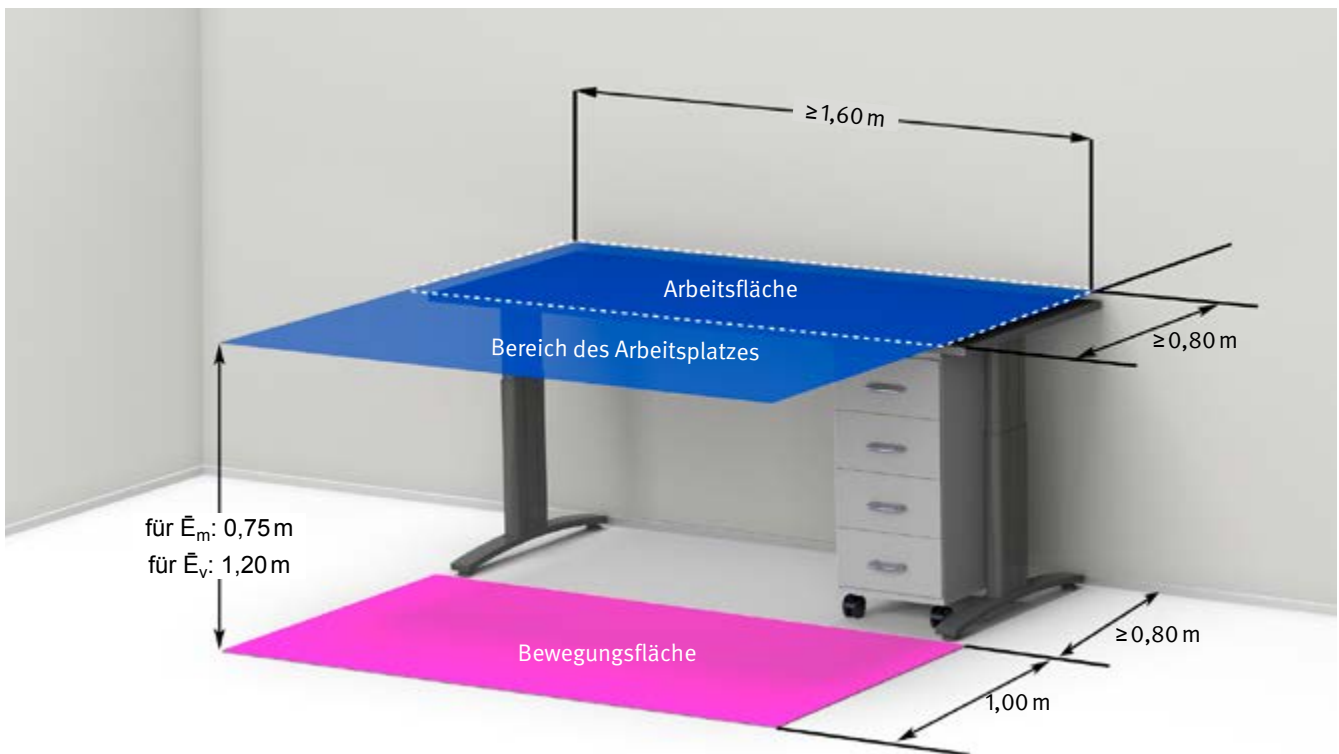


Abb. 1 Der Bereich des Arbeitsplatzes setzt sich am Büroarbeitsplatz aus der Arbeitsfläche und der Bewegungsfläche zusammen.

Beispiele für Bereiche des Arbeitsplatzes, Umgebungsbereich und Teilfläche

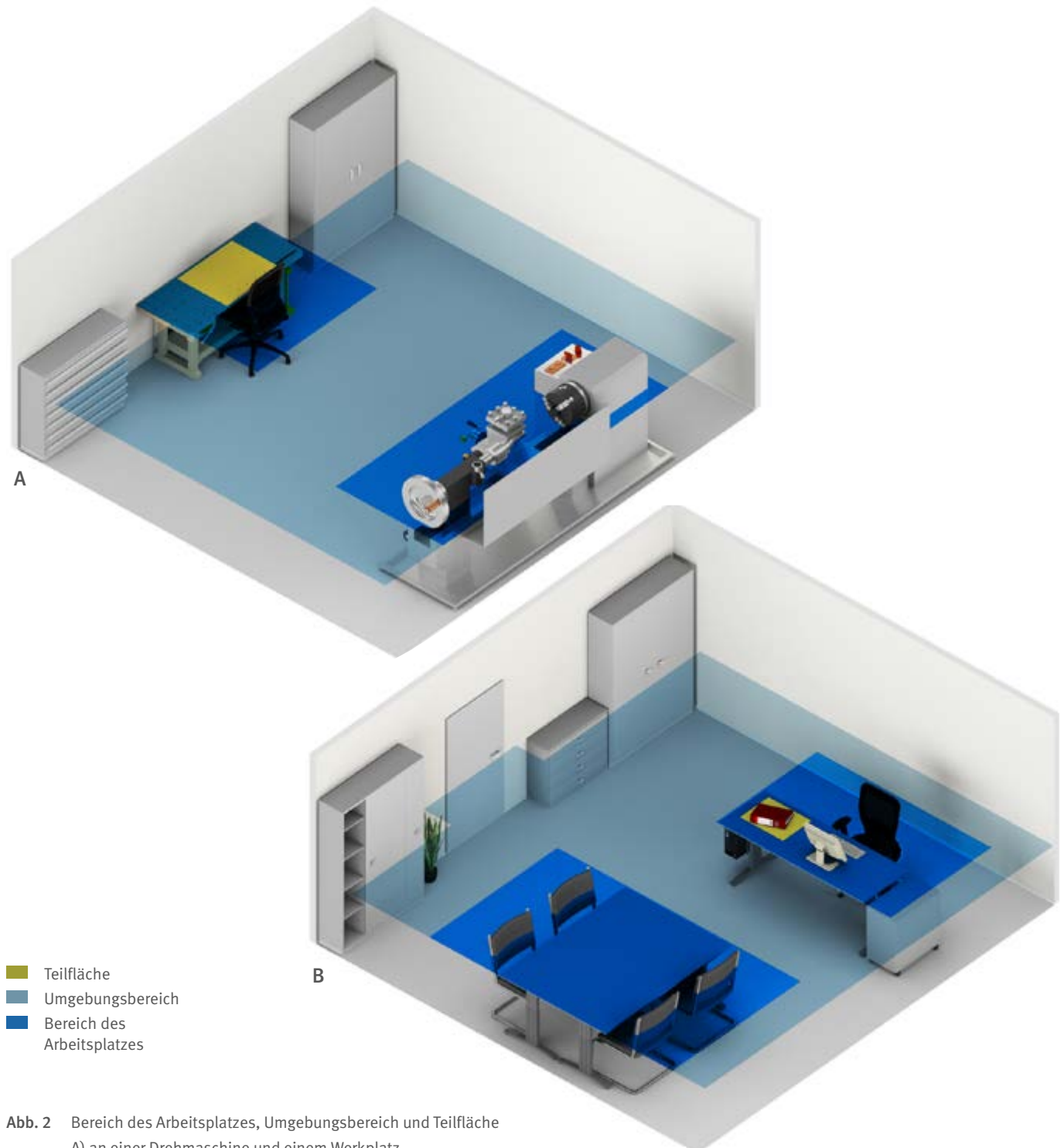


Abb. 2 Bereich des Arbeitsplatzes, Umgebungsbereich und Teilfläche
 A) an einer Drehmaschine und einem Werkplatz
 B) an einem Büroarbeitsplatz und einem Besprechungsplatz

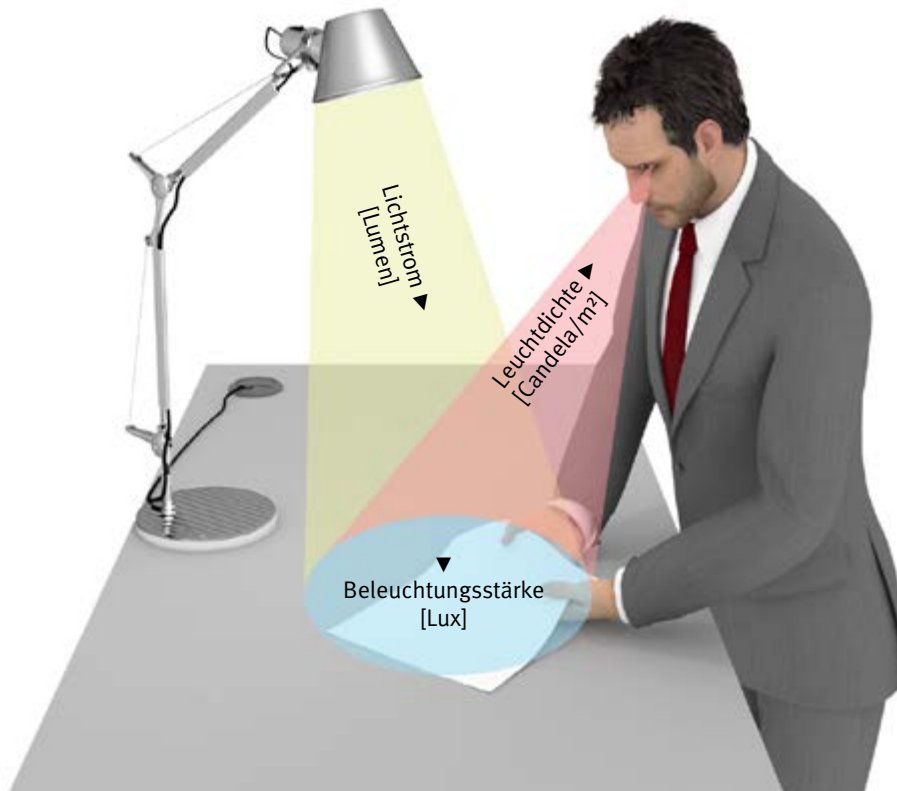


Abb. 3 Lichttechnische Größen (Lichtstrom, Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte)

— — ASRA3.4 Beleuchtung —

3.6 Die **Beleuchtungsstärke** ist ein Maß für das auf eine Fläche auftreffende Licht. Die Beleuchtungsstärke wird in Lux (lx) gemessen.

3.7 Die **mittlere Beleuchtungsstärke** \bar{E} ist die über eine Fläche gemittelte Beleuchtungsstärke.

Die **minimale Beleuchtungsstärke** E_{\min} ist der kleinste Wert der Beleuchtungsstärke auf einer Fläche, das heißt in einem Punkt eines definierten Bereichs (z. B. Arbeitsbereich, Umgebungsbereich).

Die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke

Für die Gleichmäßigkeit wird in den europäischen Normen das Formelzeichen U_o (Uniformity overall) für die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke genutzt.

Hinweis

In Deutschland wird für die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke auch noch das Formelzeichen g_1 verwendet.

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

$$U_o = E_{\min} : \bar{E} \quad \begin{array}{l} E_{\min} = \text{minimale Beleuchtungsstärke} \\ \bar{E} = \text{mittlere Beleuchtungsstärke} \end{array}$$

Der Abschnitt 7.3 enthält ein Beispiel einer orientierenden Messung mit einer Berechnung zur Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke.

— — ASRA3.4 Beleuchtung —

3.8 Der **Mindestwert der Beleuchtungsstärke** (siehe Anhänge 1 und 2) \bar{E}_m ist der Wert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche nicht sinken darf.

Hinweis

Der „Mindestwert der Beleuchtungsstärke“ ist gleichzusetzen mit dem in Normen definierten „Wartungswert der Beleuchtungsstärke“.



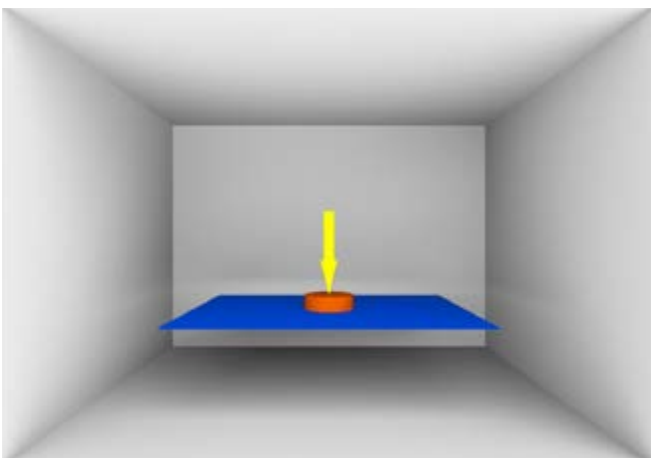
ASRA3.4 Beleuchtung

3.9 Die **horizontale Beleuchtungsstärke** E_h ist die Beleuchtungsstärke auf einer horizontalen Fläche, z. B. auf einer Arbeitsfläche.

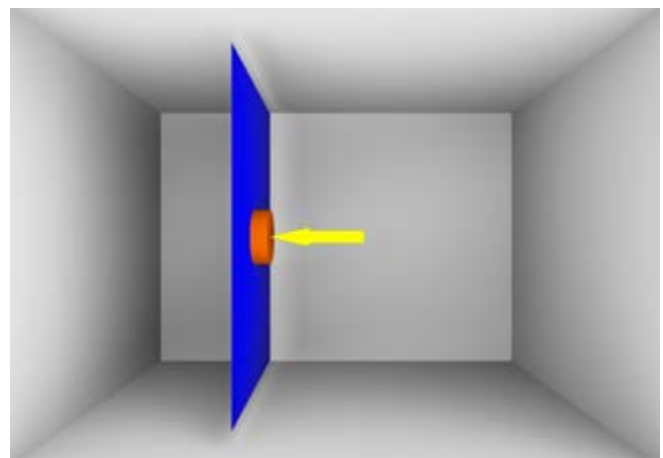


ASRA3.4 Beleuchtung

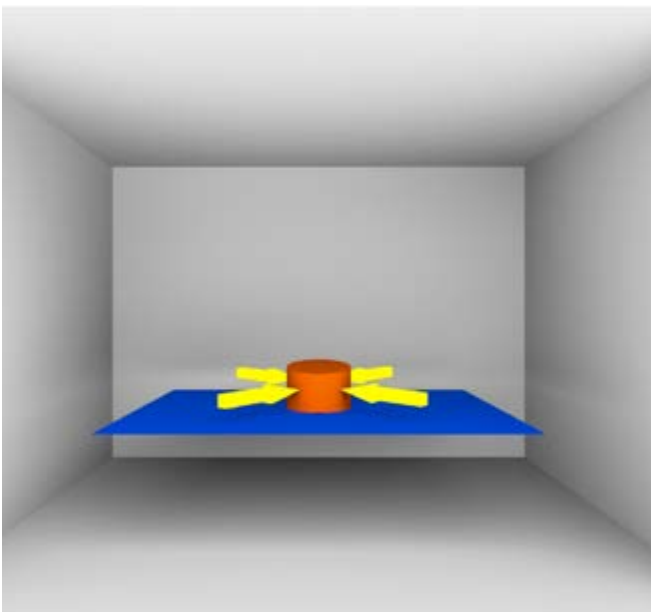
3.10 Die **vertikale Beleuchtungsstärke** E_v ist die Beleuchtungsstärke auf einer vertikalen Fläche.



A



C



B

Abb. 4 Messebenen für...

- A) Horizontale Beleuchtungsstärken
- B) Zylindrische Beleuchtungsstärken
- C) Vertikale Beleuchtungsstärken

Die **vertikale Beleuchtungsstärke** E_v ist die Beleuchtungsstärke aus einer Richtung auf einer vertikalen Fläche.

Als Maß für die Beleuchtungsstärke auf dreidimensionalen Gegenständen und Gesichtern wird in der Lichttechnik die **zylindrischen Beleuchtungsstärke** E_z auf der Bewertungsfläche angenommen. Dieser Wert entspricht dem Wert der mittleren vertikalen Beleuchtungsstärke aus der ASR aus vier Richtungen (Formelzeichen \bar{E}_v) im Raum.

Die Formel zur näherungsweisen Berechnung der zylindrischen Beleuchtungsstärke aus den vier einzelnen Messwerten der vertikalen Beleuchtungsstärke lautet:

$$E_z \approx \bar{E}_v = 1/4 (E_{v1} + E_{v2} + E_{v3} + E_{v4})$$

—  — ASRA3.4 Beleuchtung

3.11 Der **Tageslichtquotient** D ist das Verhältnis der Beleuchtungsstärke an einem Punkt im Innenraum E_p zur Beleuchtungsstärke im Freien ohne Verbauung E_a bei bedecktem Himmel.

$$D = E_p/E_a \times 100 \%$$

Der Tageslichtquotient wird bei gleichmäßig bedecktem Himmel ermittelt. Die Beleuchtungsstärke im Freien wird an einer unverbauten Stelle ohne Einfluss von Schatten und reflektierenden Flächen zur gleichen Zeit wie die Beleuchtungsstärke an einem definierten Punkt im Raum ermittelt. Der Tageslichtquotient berücksichtigt den Einfluss der Verglasung, ihrer Verschmutzung und Versprossung sowie gegebenenfalls feststehenden Sonnenschutz, jedoch nicht den verstellbaren Sonnenschutz. Zur Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen zum Tageslichtquotienten muss der Bezugspunkt an einem relevanten Punkt am Arbeitsplatz liegen. Der Tageslichtquotient kann vom Fachplaner rechnerisch ermittelt werden, bei Neubauten bereits vor Baubeginn.



Abb. 5 Ermittlung des Tageslichtquotienten an einem Arbeitsplatz



Hinweis

In der Literatur wird für den Tageslichtquotienten die Abkürzung TQ oder das Formelzeichen D (englisch Daylight factor oder sächsisch/fränkisch Dageslicht) verwendet.

Der Lichtstrom ist die von einer Strahlungsquelle, z. B. von einer Lampe, ausgestrahlte – vom Auge entsprechend der Hellempfindlichkeit $V(\lambda)$ bewertete – Strahlungsleistung. Die Lichtströme von Lampen sind in den Dokumentationsunterlagen der Lampenhersteller angegeben. Der Lichtstrom wird in Lumen (lm) angegeben.



ASRA3.4 Beleuchtung

3.12 Unter **Blendung** versteht man Störungen durch zu hohe Leuchtdichten oder zu große Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld. Sie entsteht z. B. durch

- schlecht abgeschirmte und zu helle Lichtquellen (Direktblendung) oder
- störende Spiegelungen von hellen Lichtquellen auf Arbeitsmitteln, auf glänzenden Oberflächen, z. B. auf Bildschirmen, blanken Werkstücken oder glänzenden Maschinenteilen (Reflexblendung).

3.13 Die **Farbwiedergabe** ist die Wirkung einer Lichtquelle auf den Farbeindruck, den ein Mensch von einem Objekt hat, das mit dieser Lichtquelle beleuchtet wird. Der Farbwiedergabeindex R_a ist eine dimensionslose Kennzahl von 0 bis 100, mit der die Farbwiedergabeeigenschaften der Lampen klassifiziert wird. Je höher der Wert, je besser ist die Farbwiedergabe.

Der **Abschirmwinkel** α ist der Winkel zwischen der horizontalen Ebene und der Blickrichtung, unter der die leuchtenden Teile der Lampen in der Leuchte gerade sichtbar werden. Er gilt für Leuchten, die unten offen bzw. mit klarer Abdeckung versehen sind.

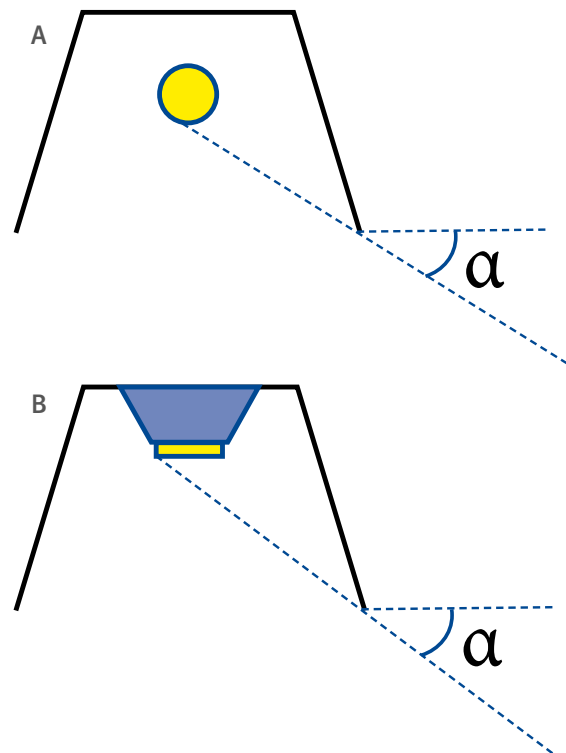


Abb. 6 Abschirmwinkel α ,
A bei einer Leuchte mit Leuchtstofflampe und
B bei einer Leuchte mit LED-Modul

Der **Hell-Dunkel-Kontrast** beschreibt den Unterschied zwischen Leuchtdichten, wie beispielsweise zwischen dunklen Zeichen und dem hellen Hintergrund. Ein ausreichend hoher Kontrast vereinfacht die Sehaufgabe.



Abb. 7 Von links nach rechts: zunehmender Hell-Dunkel-Kontrast.

Der **Reflexionsgrad** beschreibt, wie viel Licht von einer Fläche reflektiert wird. Er kann entweder gemessen oder mithilfe einer Reflexionsgradtafel ermittelt werden.

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



Abb. 8 Reflexionsgradtafel

4 Beleuchtung mit Tageslicht

Der Mensch ist entwicklungsgeschichtlich an das Tageslicht und den Rhythmus von Tag und Nacht angepasst. Das Tageslicht wirkt stimulierend und motivierend auf den Menschen.

Das Tageslicht hat Funktionen, die über die Erfüllung der Sehaufgabe hinausgehen. Das über das Auge einfallende Tageslicht trägt durch seine Veränderung von Intensität und Farbe zur Synchronisation der inneren Uhr des Menschen bei. Dessen physische und psychische Verfassung und Leistungsfähigkeit werden durch Tageslicht positiv beeinflusst. Auch deshalb ist eine ausreichende Beleuchtung mit Tageslicht am Arbeitsplatz anzustreben.

Das Licht im Freien weist am Tagehohe Beleuchtungsstärken auf. Selbst an einem trüben Novembertag können draußen horizontale Beleuchtungsstärken von etwa 5.000 lx gemessen werden. Im Sommer werden bei bedecktem Himmel 20.000 lx, bei Sonnenschein sogar 100.000 lx erreicht. Tageslicht ist oft ausreichend vorhanden — es muss nur zielgerichtet zur Beleuchtung der Arbeitsplätze genutzt werden.

Dadurch können auch wirtschaftliche Vorteile, zum Beispiel durch Reduzierung von Energiekosten für die künstliche Beleuchtung erreicht werden. Negative Auswirkungen, die durch einen unangemessenen Wärmeeintrag und Blendung verursacht werden, lassen sich durch eine abgestimmte Planung der Fenster, Dachoberlichter und Sonnenschutzvorrichtungen minimieren.

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

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

4.1 Ausreichendes Tageslicht

—  ASRA3.4 Beleuchtung —

4.1 Ausreichendes Tageslicht

(1) Die Arbeitsstätten müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten. Eine Beleuchtung mit Tageslicht ist der Beleuchtung mit ausschließlich künstlichem Licht vorzuziehen.

Helle Wände und Decken unterstützen die Nutzung des Tageslichts. Tageslicht weist Gütemerkmale (z. B. die Dynamik, die Farbe, die Richtung, die Menge des Lichts) auf, die in ihrer Gesamtheit von künstlicher Beleuchtung nicht zu

erreichen sind. Tageslicht hat im Allgemeinen eine positive Wirkung auf die Gesundheit und das Wohlempfinden des Menschen.

(2) Tageslicht kann durch Fenster, Dachoberlichter und lichtdurchlässige Bauteile in Gebäude gelangen, wobei Fenster zusätzlich eine Sichtverbindung nach außen ermöglichen. Eine gleichmäßige Lichtverteilung kann mit Dachoberlichtern erreicht werden, wenn der Abstand der Dachoberlichter voneinander nicht größer ist als die lichte Raumhöhe.

Die Sichtverbindung nach außen hat eine wichtige Bedeutung für das Wohlbefinden der Beschäftigten. Durch die Sichtverbindung nach außen nehmen Beschäftigte ihre Umgebung wahr und erhalten Informationen über die Tages- und Jahreszeit sowie das Wetter. Sie verhindert das Gefühl des Eingeschlossenseins, den so genannten „Bunkereffekt“. Deshalb wird empfohlen, dass die Beschäftigten an den Arbeitsplätzen, aber auch in Besprechungs- und Pausenräumen nach draußen schauen können.

Die Sicht nach außen sollte durch klare Verglasungen vor allem in Augenhöhe verzerrungsfrei und ohne farbliche Verfälschungen möglich sein. Durchscheinende Flächen, z. B. aus Strukturglas oder Glasbausteinen sowie Oberlichter in Dach oder Wand sind nicht für die Sichtverbindung nach außen geeignet.



Hinweis

Ausführliche Informationen enthält die DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz - leistungsfördernd und gesund“ (bisher BGI/GUV-I 7007). Sie gibt Hinweise und Tipps, wie Tageslicht in Arbeitsstätten für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Beschäftigten genutzt werden kann, was bei Fenstern oder Dachoberlichtern zu beachten ist oder zur Kombination von Tageslicht mit Kunstlicht und zur Sichtverbindung nach außen.



ASRA3.4 Beleuchtung

(3) Die Anforderung nach ausreichendem Tageslicht 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 Rohbaumaße), eingehalten ist. Die Einrichtung fensternaher Arbeitsplätze ist zu bevorzugen.

Bei einem Tageslichtquotient größer als 2% am Arbeitsplatz kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass das Tageslicht zur Hälfte der jährlichen Arbeitszeit tagsüber für die Beleuchtung mit einem Mindestwert der Beleuchtungsstärke von 300 lx ausreicht. Beleuchtungsstärken von 500 lx und mehr müssen zeitweise aus einer Kombination von Tages- und Kunstlicht realisiert werden.

(Quelle: TH. KNOOP und Beitrag in Licht 1/2 von 2006 und DIN EN 18599-4 11)

Ein Tageslichtquotient größer als 2% in der Raummitte wird auch von der DIN 5034-1 (07/ 2011) als Voraussetzung für eine ausreichende Beleuchtung von Räumen mit Tageslicht empfohlen.

Ein Tageslichtquotient von 2% wird bei einem Fensterflächenanteil von 1 : 10 (Fensterfläche zu Grundfläche) nur in Fensterhöhe (zum Beispiel bis ca. zu 1/3 Raumtiefe für einen Büroraum $B \times T \times H = 4 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 2,85 \text{ m}$ mit 2 Fenstern) und bei Fenstern ohne Verbauung erreicht. In der DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz - leistungsfördernd und gesund“ wird für Büros ein Fensterflächenanteil von 1 : 5 empfohlen.

Beispielraum Abb. 9:

Raumhöhe 2,85 m; Raumtiefe 5,00 m; Raumbreite 4,00 m
Brüstungshöhe 0,90 m; Unterkante Fenstersturz 2,30 m;
Lichttransmissionsgrad der Verglasung 0,8; Minderung aufgrund Verschmutzung der Verglasung 0,9;
Reflexionsgrade Decke 0,7, Wände 0,5 und Boden 0,2)
(Quelle: Schmits, HAWK Hildesheim)

Das Beispiel in Abbildung 9 zeigt, dass mit einem Fensterflächenanteil von 1 : 10 (entspricht 10 % der Raumgrundfläche) nur im fensternahen Bereich (im gezeigten Beispiel bis zu einer Raumtiefe von ca. 1,6 m) und ohne jegliche Verbauung ein Tageslichtquotient größer als 2% erzielt werden kann. Um für eine Raumtiefe bis zu 2,50 m einen Tageslichtquotient größer als 2% zu erreichen, ist ein Fensterflächenanteil von mindestens 1 : 5 (entspricht 20 % der Raumgrundfläche) notwendig.

Um der Anforderung nach einem Tageslichtquotient größer als 2% gerecht zu werden, sollten die Arbeitsplätze in der Nähe der Fenster liegen. Für Arbeitsplätze, die weiter entfernt von den Fenstern angeordnet sind, ist diese Anforderung nur schwer einzuhalten. Dies gilt ebenso für Arbeitsplätze, deren Fenster nicht ausreichend groß sind oder die nach Atrien und Innenhöfen ausgerichtet sind. Auch bei enger Bebauung kann dieser Tageslichtquotient nicht erreicht werden. Die Einhaltung der Anforderungen eines Tageslichtquotienten von 2% ist daher verlässlicher für eine gute Tageslichtversorgung, als die Einhaltung der geforderten Fenstergröße.

Mit einer genügenden Anzahl und Größe von Dachoberlichtern kann ein höherer Tageslichtquotient erzielt werden. Daher wird bei Dachoberlichtern ein Tageslichtquotient größer als 4% gefordert. In dem in Abb. 10 gezeigten Beispiel wird mit einem alternativ geforderten Anteil der Oberlichtflächen von 1 : 10 (Verhältnis Oberlichtfläche/Raumgrundfläche) ein Tageslichtquotient von 2% bis 3,5% erreicht. Mit zunehmender Raumhöhe bei gleichem Oberlichtflächenanteil sinkt der Tageslichtquotient.

Tageslichtquotient

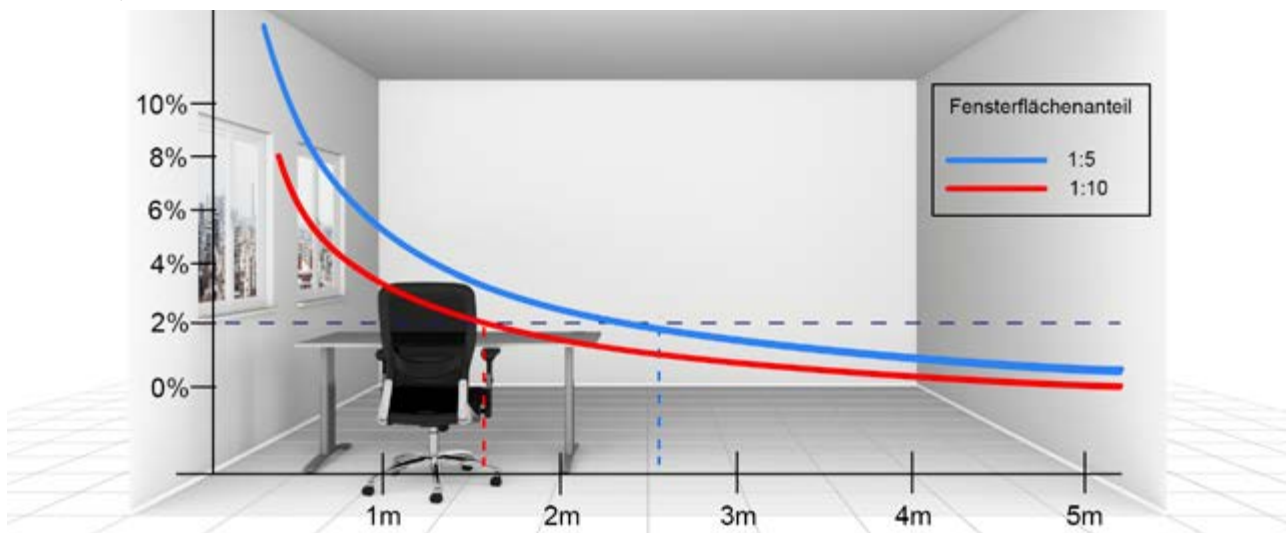


Abb. 9 Beispiel für die Tageslichtversorgung abhängig vom Fensterflächenanteil

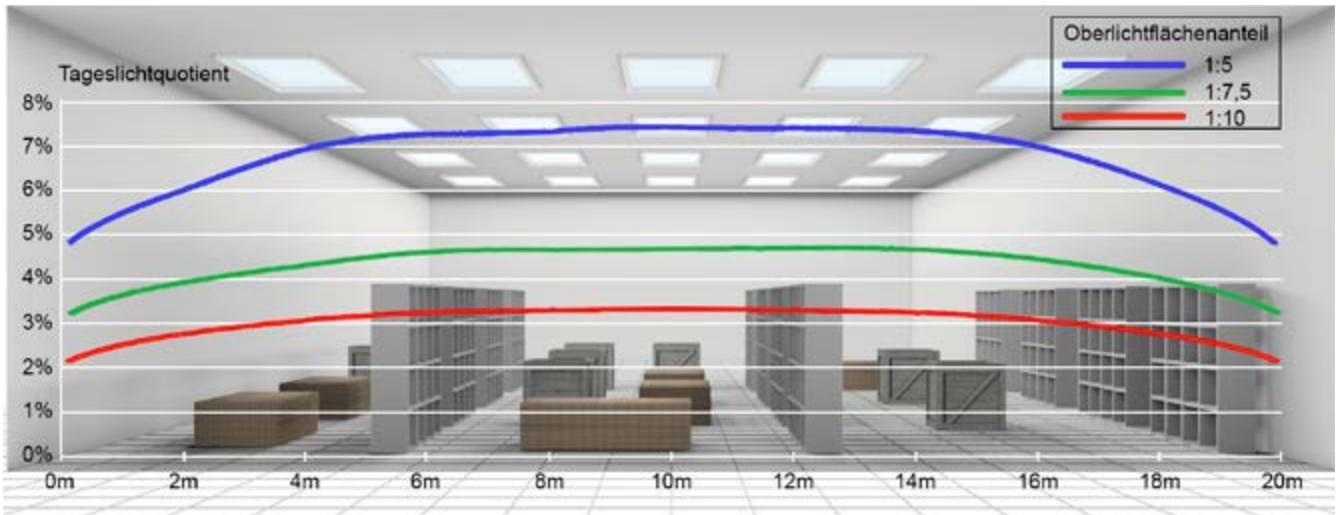


Abb. 10 Beispiel für die Tageslichtversorgung einer Halle mit Oberlichtern

Beispielraum Abb. 10:

Raumhöhe 3,50 m; Raumtiefe 20,00 m; Raumbreite 10,00 m und gleichmäßige Verteilung der Dachoberlichter; Lichttransmissionsgrad der Verglasung 0,7; Minderung aufgrund der Verschmutzung der Dachoberlichter 0,9; Reflexionsgrade Decke 0,7, Wände 0,5 und Boden 0,2. Die dargestellte Anzahl der Dachoberlichter entspricht dem Verhältnis Dachoberlichtfläche/Raumgrundfläche von 1 : 5 (20%). (Quelle: Schmits, HAWK Hildesheim)

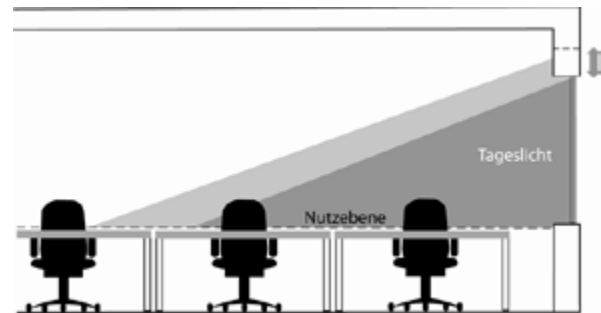


Hinweis

Ein Einsparpotential für elektrische Energie erreicht man durch ein gutes Lichtmanagement, zum Beispiel durch intelligente Steuerung des Sonnenschutzes und der künstlichen Beleuchtung entsprechend dem Tageslichteinfall. Dieses kann auch zur Einhaltung der Energieeinsparverordnung beitragen.

Nutzung von Pausenräumen mit hohem Tageslichteinfall in Verbindung mit einer geeigneten Pausengestaltung.

Abb. 1: Beispiel für die Tageslichtversorgung in Abhängigkeit



von der Raumhöhe, der Größe und Anordnung des Fensters

(4) Für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen mit Tageslicht sind in Fenstern und Dachoberlichtern Verglasungsmaterialien zu verwenden, die zu einer möglichst geringen Veränderung des Farbeindrucks führen.



ASRA3.4 Beleuchtung

Die Anforderungen gelten auch für Aufenthaltsbereiche in Pausenräumen.

Wenn die Forderung nach ausreichendem Tageslicht in bestehenden Arbeitsstätten oder auf Grund spezifischer betriebstechnischer Anforderungen nicht einzuhalten ist, sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung andere Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes erforderlich.

Eine andere Maßnahme besteht in der Einrichtung und

Die Höhe des Fenstersturzes hat einen Einfluss darauf, wie tief das Tageslicht in den Raum fällt.

Die Verglasung sollte eine möglichst hohe Lichtdurchlässigkeit (Transmissionsgrad) aufweisen und die Lichtfarbe des Tageslichts so wenig wie möglich verändern. Ausführliche Informationen dazu enthalten die DGUV Informationen 215-444 „Sonnenschutz im Büro“ sowie 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz - leistungsfördernd und gesund“.



Abb. 11 Beispiel für einen Pausenraum mit viel Tageslicht

4.2 Maßnahmen zur Begrenzung der Blendung

—  ASR A3.4 Beleuchtung —

4.2 Maßnahmen zur Begrenzung der Blendung

Störende Blendung durch Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden oder – wenn dies nicht möglich ist – zu minimieren. Zur Begrenzung störender Blendungen oder Reflexionen können z. B. Jalousien, Rollos und Lamellenstores dienen. Bei Dachoberlichtern können dies z. B. lichtstreuende Materialien oder Verglasungen mit integrierten Lamellenrastern sein. Die Anforderungen aus der ASR A3.5 „Raumtemperatur“ bezüglich übermäßiger Sonneneinstrahlung (siehe Punkt 4.3 sowie Tabelle 3 der ASR A3.5) sind zu beachten.

Sonnenschutzvorrichtungen dienen der Begrenzung der Blendung und des Wärmeeintrags.

In Räumen mit Arbeitsplätzen müssen an Fenster-, Tür- oder Wandflächen, die besonnt werden können – in Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen generell – Sonnen-/Blendschutzvorrichtungen vorhanden sein. Diese schützen vor störender Blendung und Reflexion durch die Sonne, den Himmel und besonnte Flächen.

Als Sonnenschutzvorrichtungen zur Begrenzung der Blendung können z. B.

- Jalousien,
- Markisen,
- Lamellenstores,
- Rollos und
- lichtlenkende Bauelemente dienen.

Vor übermäßiger Aufheizung der Räume durch Sonnenstrahlung schützen bauseitige Maßnahmen sowie außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen am wirksamsten.

Ausführliche Informationen zur Eignung von Sonnenschutzvorrichtungen enthält die DGUV Information 215-444 „Sonnenschutz im Büro“.

Bei geschlossenem Sonnenschutz kann das notwendige Beleuchtungsniveau unterschritten werden und ein Bedarf an zusätzlicher künstlicher Beleuchtung entstehen. Durch intelligent gesteuerten Sonnenschutz (zum Beispiel Anpassung der Lamellenstellung an den Sonnenstand) kann die Tageslichtnutzung optimiert werden.

5 Künstliche Beleuchtung in Gebäuden

5.1 Allgemeine Anforderungen

ASRA3.4 Beleuchtung

5.1 Allgemeine Anforderungen

Da Tageslicht örtlich und zeitlich nicht immer in ausreichendem Maße vorhanden ist, ist zusätzlich eine künstliche Beleuchtung erforderlich. Die Arbeitsstätten müssen mit Einrichtungen für eine der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Beschäftigten angemessenen künstlichen Beleuchtung ausgestattet sein. Eine Verringerung des individuellen Sehvermögens, z. B. mit zunehmendem Alter, kann eine höhere Anforderung an die Beleuchtungsqualität (z. B. eine höhere Beleuchtungsstärke und höhere Anforderungen an die Begrenzung der Blendung) erfordern.

Die Beleuchtung von Arbeitsstätten dient in erster Linie dazu, die Sehaufgaben sicher und über einen längeren Zeitraum ohne Fehlbeanspruchungen erfüllen zu können. Darüber hinaus trägt eine gute Beleuchtung dazu bei, die Aktivität und das Wohlbefinden der Beschäftigten zu fördern. Dies wirkt sich positiv auf ihre Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft aus.

Gerade unter dem Aspekt Gesundheit kommt der Beleuchtung eine große Bedeutung zu. Viele biologische Prozesse im menschlichen Körper stehen unter dem Einfluss von Licht. Derzeit wird wissenschaftlich untersucht, welche weitergehenden Empfehlungen zur Arbeitsplatzbeleuchtung gegeben werden können, um zum Beispiel stabilisierend auf die innere Uhr der Beschäftigten zu wirken.

Eine der wichtigsten Kenngrößen der Beleuchtung ist die Beleuchtungsstärke. Sie entscheidet mit darüber, wie genau Sehdetails wahrgenommen werden können. Die Fähigkeit, kleine Sehdetails zu erkennen, wird als Sehschärfe bezeichnet. Diese nimmt im Alter ab. Außerdem lässt im Alter die Fähigkeit nach, Helligkeiten zu unterscheiden und feine Kontraste zu erkennen. Zwar lässt sich dieser Rückgang der Kontrastempfindlichkeit (Unterschiedsempfindlichkeit) teilweise durch Erhöhung der Beleuchtungsstärke kompensieren, jedoch kann dadurch die altersbedingte Verminderung der Sehschärfe nicht mit vertretbarem Aufwand ausgeglichen werden. Deshalb ist es notwendig, dass Altersfehsichtigkeit zum Beispiel durch eine Brille ausgeglichen wird.

Mit dem altersbedingten Nachlassen der Sehfunktionen steigt auch die Blendempfindlichkeit. Maßnahmen zur Begrenzung der Blendung sind unter Abschnitt 5.3 aufgeführt.

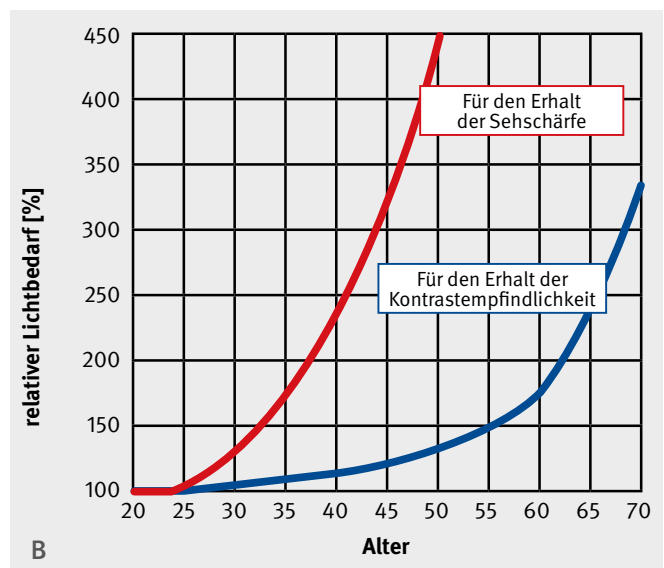
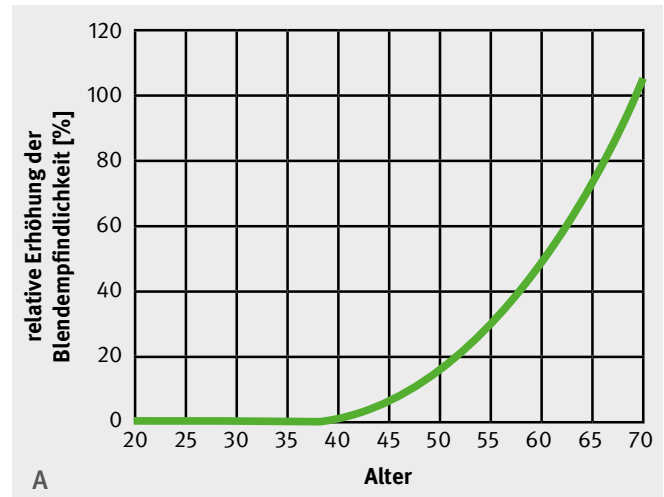


Abb. 12 Blendempfindlichkeit (A) und Lichtbedarf (B) in Abhängigkeit vom Alter

Auch für Menschen mit Sehbehinderungen muss die Beleuchtung entsprechend der Ausprägung der Behinderung angepasst sein. Für Menschen mit Restsehvermögen, ist die Möglichkeit wichtig, sich optisch zu orientieren. Diese Menschen stellen besondere Ansprüche an die Gestaltung ihres Umfeldes. Dies betrifft nicht nur die Beleuchtung, sondern auch Farbe, Formgebung und Kontrast. Generell sollte die Gestaltung der Umwelt darauf abzielen, Menschen mit einem Restvisus von 0,1 (10 Prozent Sehschärfe) eine visuelle Orientierung im Raum zu ermöglichen. Zu differenzieren sind dabei Farb- und Leuchtdichtekontraste. So benötigen z. B. Menschen mit Farbsinnstörungen neben dem Farbkontrast auch den Kontrast über die Leuchtdichten.

5.2 Beleuchtungsstärken

ASR A3.4 Beleuchtung

5.2 Beleuchtungsstärken

(1) *Beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten müssen die Mindestwerte der Beleuchtungsstärken des Anhanges 1 eingehalten werden.*

Ergibt sich bei der Gefährdungsbeurteilung, dass in bestehenden Arbeitsstätten die Einhaltung der Mindestwerte der Beleuchtungsstärken nach Anhang 1 mit Aufwendungen verbunden ist, die offensichtlich unverhältnismäßig sind, so hat der Arbeitgeber die betroffenen Arbeitsplätze individuell zu beurteilen. Bei der Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber zu prüfen, wie durch andere oder ergänzende Maßnahmen die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Beschäftigten in vergleichbarer Weise gesichert werden kann; die erforderlichen Maßnahmen hat er durchzuführen.

Solche Maßnahmen sind z. B. der Einsatz von effizienteren Leuchtmitteln oder die Verkürzung von Wartungsintervallen der Beleuchtungseinrichtungen.

Generell sind die Anforderungen dieser ASR an Beleuchtung und insbesondere an die Beleuchtungsstärke Mindestwerte, die ein Mindestmaß für ausreichende Sicherheit und Gesundheitsschutz gewährleisten sollen. Diese Mindestwerte dürfen nicht unterschritten werden. Höhere Beleuchtungsstärken können z. B. die Qualität der Arbeitsergebnisse und das Wohlbefinden positiv beeinflussen.

Um einen Unterschied in der Höhe der Beleuchtungsstärke wahrzunehmen, empfiehlt sich eine Erhöhung um wenigstens eine Stufe, zum Beispiel von 500 lx auf 750 lx. Übliche Stufen der Beleuchtungsstärke sind:

100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1000 – 1500 (lx).

Die geforderte Mindestbeleuchtungsstärke sollte erhöht werden, wenn z. B.:

- die Sehaufgabe für den Arbeitsablauf kritisch ist,
- Genauigkeit oder erhöhte Konzentration von Bedeutung sind,
- Aufgabendetails klein sind oder geringen Kontrast aufweisen,
- Altersbedingte oder individuelle Sehschwächen ausgeglichen werden sollen.

ASR A3.4 Beleuchtung

(2) *Für Arbeitsplätze, Arbeitsräume und Tätigkeiten, die im Anhang 1 nicht aufgelistet sind, sind die erforderlichen Werte im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln.*

Es ist sinngemäß der Arbeitsplatz, der Arbeitsraum oder die Tätigkeit aus Anhang C auszuwählen, der/die den tatsächlichen Verhältnissen am ähnlichsten ist/sind.

Beispiel:

Reparatur/Instandhaltung handgeführter Geräte (zum Beispiel Kettensäge, Bohrhammer, Rasenmäher, Akkuschauber)
An einem Arbeitsplatz werden handgeführte Geräte repariert. Dabei fallen verschiedene Tätigkeiten (Demontage, Bauteilwechsel, Montage, Prüfung) an.

Im Anhang A gibt es keinen konkreten Punkt „Reparatur handgeführter Geräte“, so dass ermittelt werden muss, welche der aufgeführten Tätigkeiten am ähnlichsten ist.

Aufgrund der Verschiedenheit der Geräte wird Punkt 16.14 „Montagearbeiten – feine“ gewählt, so dass der Arbeitsplatz mit 500 lx zu beleuchten ist. Sollten auch sehr feine Montage- oder Kontrollarbeiten zu erledigen sein, werden 750 lx benötigt.

ASR A3.4 Beleuchtung

(3) *An keiner Stelle im Bereich des Arbeitsplatzes darf das 0,6-fache der mittleren Beleuchtungsstärke unterschritten werden. Der niedrigste Wert darf nicht im Bereich der Hauptsehaufgabe liegen.*

Die Anforderungen der Tabelle im Anhang C gelten für Bereiche von Arbeitsplätzen, die den aufgeführten Arbeitsräumen, Arbeitsplätzen und Tätigkeiten zuzuordnen sind.

Die Anforderungen an die **Gleichmäßigkeit** dienen dazu, dass der Bereich des Arbeitsplatzes gleichmäßig ausgeleuchtet ist. Dadurch wird vermieden, dass Teile der Sehaufgabe trotz genügender mittlerer Beleuchtungsstärke nicht ausreichend beleuchtet sind. Das Licht soll dort sein, wo es benötigt wird.

Andererseits sollen zu hohe punktuelle Beleuchtungsstärken (z. B. durch einzelne und/oder tiefstrahlende Leuchten) vermieden werden, vor allem dann, wenn der Raum dunkle Wände und Decken aufweist. Dies kann zu subjektivem Störeffinden führen.



Hinweis

Der Abschnitt 7.3 enthält ein Beispiel einer orientierenden Messung mit einer Berechnung zur Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke.



ASRA3.4 Beleuchtung

(4) Die Beleuchtung kann als raumbezogene Beleuchtung oder auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung ausgeführt werden. Die im Anhang 1 angegebenen Mindestwerte der Beleuchtungsstärke müssen erreicht werden. Die Anwendung einer raumbezogenen Beleuchtung kann gegeben sein, wenn

- Arbeitsplätze in der Planungsphase örtlich nicht zugeordnet werden können,
- eine flexible Anordnung der Arbeitsplätze vorgesehen ist.

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 nicht bekannt ist, wie in Werkhallen oder flexibel ist, wie zum Beispiel in Seminarräumen oder in großen Büroräumen. Wenn die Beleuchtung auf den gesamten Raum bezogen geplant wird, kann aufgrund der Gleichmäßigkeitsanforderungen für später realisierte Arbeitsplätze der Bereich des Arbeitsplatzes nicht ausreichend ausgeleuchtet sein. Das ist nach dieser Art der Planung zulässig, aber nicht optimal. Dieser Nachteil kann später an betroffenen Arbeitsplätzen durch den Einsatz geeigneter Arbeitsplatzleuchten ausgeglichen werden.



Hinweis

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 geringerer Leistung statt weniger Leuchten mit hoher Leistung erreicht.



ASRA3.4 Beleuchtung

Bei den genannten Anwendungsfällen für die raumbezogene Beleuchtung ist es möglich in der Grundausstattung den gesamten Raum mit dem Mindestwert der Beleuchtungsstärke für den Umgebungsbereich entsprechend der späteren Nutzung zu beleuchten. In diesen Fällen ist durch zusätzliche Beleuchtung, z. B. mobile Beleuchtungssysteme, die Mindestbeleuchtungsstärke für den Bereich des Arbeitsplatzes sicherzustellen.

Die ASR zeigt die Möglichkeit auf, bei der raumbezogenen Beleuchtung den gesamten Raum mit einer Beleuchtungsanlage auszustatten, die lediglich den Mindestwert der Beleuchtungsstärke für den Umgebungsbereich entsprechend der späteren



Abb. 13 Raumbezogene Beleuchtung in einer Holzwerkstatt



Abb. 14 Raumbezogene Beleuchtung im Unterrichtsraum und eine zusätzliche Tafelbeleuchtung

In großen Werkhallen sind sowohl die Verschattung durch große Maschinen als auch die planmäßige Verschiebung von Arbeitsplätzen zu beachten. Dies stellt besondere Ansprüche an die raumbezogene Beleuchtung. Es empfiehlt sich, diese Besonderheiten bei der Planung zu berücksichtigen, zum Beispiel durch eine Grundbeleuchtung mit fest installierten Leuchten und zusätzlichen Leuchten, die mit den Arbeitsplätzen mitgeführt werden.

—  — ASR A3.4 Beleuchtung —

Die Anwendung einer auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogenen Beleuchtung kann gegeben sein, wenn

- die Anordnung der Arbeitsplätze und deren Umgebungsbereiche bekannt sind,
- verschiedene Arbeitsplätze – auch innerhalb eines Raumes – unterschiedliche Beleuchtungsbedingungen erfordern.

Die auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung bietet die Möglichkeit, diesen Bereich mit einem Beleuchtungsniveau zu versehen, das von dem des restlichen Raums abweicht. Dieses Beleuchtungskonzept ist sinnvoll, wenn die Anordnung des Arbeitsplatzes im Raum bereits bei der Planung

bekannt oder absehbar ist. Dabei können die Anordnung sowie der Typ der Leuchten bereits auf die Anordnung der Arbeitsplätze und die Tätigkeiten hin ausgerichtet werden. So können die Beleuchtungsstärkeverteilung optimiert und die Störungen durch Blendung und Reflexionen minimiert werden. Dieses Beleuchtungskonzept stellt auch eine gute Lösung für Räume dar, in denen unterschiedliche Tätigkeiten mit unterschiedlichen Beleuchtungsanforderungen ausgeführt werden. In großen Räumen mit verschiedenen Nutzungszonen (z. B. Produktion und Lager) sollte darauf geachtet werden, dass dazwischen keine zu hohen Helligkeitsunterschiede und Unterschiede in der Farbwiedergabe auftreten.

Es wird empfohlen, in großen Räumen für einzelne nicht genutzte Bereiche die Beleuchtung nicht vollständig auszuschalten, sondern dafür mindestens die Beleuchtungsstärken für die Verkehrswege einzuhalten. Das dient dazu, Unfallgefahren und ein Unsicherheitsgefühl bei den Beschäftigten zu vermeiden.

—  — ASR A3.4 Beleuchtung —

- (5) *Die mittlere Beleuchtungsstärke im Umgebungsbereich eines Arbeitsplatzes mit 300 lx Beleuchtungsstärke muss mindestens 200 lx betragen. Bei Arbeitsplätzen, die mit 500 lx oder mehr zu beleuchten sind, muss die mittlere*



Abb. 15 Beispiel für eine auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung (500 lx) mit einer teilflächenbezogenen Beleuchtung (Lupenleuchte) (zum Beispiel 1000 lx)



Abb. 16 Beispiel für eine auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung (500 lx) mit einer teilflächenbezogenen Beleuchtung (Arbeitsplatzleuchte) (zum Beispiel 750 lx)

Beleuchtungsstärke im Umgebungsbereich mindestens 300 lx betragen. Beleuchtungsstärken über 500 lx im Bereich des Arbeitsplatzes können eine höhere mittlere Beleuchtungsstärke im Umgebungsbereich erfordern. Die minimale Beleuchtungsstärke im Umgebungsbereich darf das 0,5-fache der mittleren Beleuchtungsstärke des Umgebungsbereichs nicht unterschreiten.

Der geforderte Mindestwert der Beleuchtungsstärke im Umgebungsbereich vermeidet große Helligkeitsunterschiede zwischen dem Bereich des Arbeitsplatzes und seinem Umgebungsbereich.

Bei geforderten Mindestwerten der Beleuchtungsstärke ab 750 lx und vor allem bei höheren Beleuchtungsstärken können auch mehr als 300 lx für den Umgebungsbereich sinnvoll sein.

Für Arbeitsplätze, bei denen ein Mindestwert der Beleuchtungsstärke bis 200 lx gefordert wird, ist auch der Umgebungsbereich mit der gleichen Beleuchtungsstärke auszuleuchten.



Hinweis

Bei der auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogenen Beleuchtung schließt sich der Umgebungsbereich an den Bereich des Arbeitsplatzes an, bei einer raumbezogenen Beleuchtung entfällt der Umgebungsbereich.



ASRA 3.4 Beleuchtung

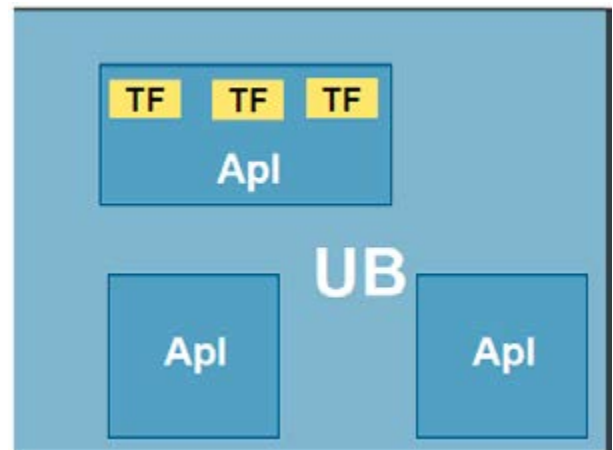
(6) Bei Mindestwerten der Beleuchtungsstärke über 500 lx

nach Anhang 1 ist es zulässig, diese nicht am gesamten Arbeitsplatz, sondern nur auf den für die Sehaufgabe relevanten Teilflächen zu erreichen. Dies kann zum Beispiel durch zusätzliche Arbeitsplatzleuchten geschehen. Die mittlere Beleuchtungsstärke im Bereich des Arbeitsplatzes darf bei teilflächenbezogener Beleuchtung 500 lx nicht unterschreiten. An keiner Stelle im Bereich des Arbeitsplatzes darf ein Einzelwert der Beleuchtungsstärke 300 lx unterschreiten.

Die Anwendung einer teilflächenbezogenen Beleuchtung kann gegeben sein, wenn

- besondere Sehaufgaben (wenig Kontraste, Notwendigkeit zur Erkennung von Oberflächenstrukturen, Arbeiten mit kleinen Teilen, kurze Betrachtungszeiträume) vorliegen,
- eine Anpassung an das individuelle Sehvermögen der Beschäftigten erfolgt.

Abb. 2 Prinzipskizze zur Aufteilung einer Arbeitsstätte in zu be-



leuchtende Bereiche (Apl = Bereich des Arbeitsplatzes, TF = Teilfläche, UB = Umgebungsbereich)

Die nach Anhang C geforderten Mindestwerte der Beleuchtungsstärke gelten bis zu einer Beleuchtungsstärke von 500 lx immer für den gesamten Bereich des Arbeitsplatzes. Ist der geforderte Wert höher als 500 lx, gilt dies nicht.

Eine teilflächenbezogene Beleuchtung bietet sich unabhängig von den geforderten Mindestwerten der Beleuchtungsstärke auch dann an, wenn sie das Sehen in besonderen Bereichen unterstützt.



Abb. 17 A: Teilflächenbezogene Beleuchtung an einem Uhrmacherarbeitsplatz

Beispiel A:

Als Mindestwert der Beleuchtungsstärke an Uhrmacherarbeitsplätzen werden im Anhang C (13.3 Uhrmacher (Handarbeit)) 1500 lx gefordert. Dieser Wert muss nur auf der für die Sehaufgabe relevanten Teilfläche erreicht werden. Hierfür ist am Montagetisch eine zusätzliche Arbeitsplatzleuchte angebracht (siehe Abb. 17). Über den gesamten Bereich des Arbeitsplatzes muss eine mittlere Beleuchtungsstärke von 500 lx sichergestellt werden, dabei darf an keiner Stelle der Wert von 300 lx unterschritten werden. Dies wird über die Deckenbeleuchtung realisiert.

Beispiel B:

An einer Bandsäge wird nach Anhang C (23.6 Arbeiten an Holzbearbeitungsmaschinen) der Mindestwert der Beleuchtungsstärke von 500 lx gefordert. Im Bereich des Arbeitsplatzes wird dieser Wert durch die Deckenbeleuchtung erzeugt. Um die Schnittstelle (Gefahrstelle) noch besser auszuleuchten, wird eine zusätzliche Leuchte an der Maschine befestigt (siehe Abb. 18).



Abb. 18 B: Teilflächenbezogene Beleuchtung an einer Bandsäge



Abb. 19 Abstufungen der Beleuchtungsstärken für den Bereich des Arbeitsplatzes, den Umgebungsbereich und der Teilfläche entsprechend dem Mindestwert der Beleuchtungsstärke \bar{E}_m nach Anhang 1 der ASR A3.4 "Beleuchtung" (Anhang C)

\bar{E} Beleuchtungsstärke

U_0 ist die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke $\bar{E}_{min} : \bar{E}$, daraus ergibt sich

\bar{E}_{min} der niedrigste Wert der Beleuchtungsstärke

ASRA3.4 Beleuchtung

(7) Die mittlere vertikale Beleuchtungsstärke muss der Seh- und Arbeitsaufgabe angemessen sein. Sie muss den im Anhang 1 angegebenen Werten entsprechen, soweit hierauf in der Spalte „Bemerkungen“ verwiesen wird.

Bei hellen Raumflächen und breit strahlenden Leuchten ist bei Einhalten der horizontalen Beleuchtungsstärken nach Anhang 1 in der Regel eine ausreichende vertikale Beleuchtungsstärke gegeben. Bewährt hat sich für Büroarbeitsplätze, Arbeitsplätze im Gesundheitsdienst und vergleichbare Arbeitsplätze (siehe Anhang 1, Spalte „Bemerkungen“) ein Verhältnis von vertikaler Beleuchtungsstärke zu horizontaler Beleuchtungsstärke von $\geq 1:3$.

Mit einer ausreichenden mittleren vertikalen Beleuchtungsstärke \bar{E}_v werden unterschiedliche Ziele erreicht.

Sie dient der Sicherstellung der Sehleistung an vertikalen Arbeitsflächen, wie beispielsweise in Schaltschränken, Bedienpulten, Arbeitsplätzen an Produktionsbändern, in Regalen von Büchereien oder auf Informationstafeln (Abb. 20).

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

Außerdem werden durch ausreichende vertikale Beleuchtungsstärken im Raum Gesichter gut ausgeleuchtet. Dies dient zur Unterstützung der visuellen Kommunikation (Abb. 21).



Hinweis

Im Anhang C in der Spalte „Bemerkungen“ werden Anforderungen an die mittlere vertikale Beleuchtungsstärke \bar{E}_v aufgeführt. Diese sind als Werte der zylindrischen Beleuchtungsstärke zu verstehen (siehe auch Abschnitt 3 „Begriffsbestimmungen“).

Reflexionsgrade

Ausgewogene Reflexionsgrade unterstützen einen guten Helligkeitseindruck des Raumes. Sie können den Wirkungsgrad der Beleuchtungsanlage erhöhen und Blendung reduzieren.

	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

Tabelle 1 Empfohlene Reflexionsgrade für Raumbegrenzungsflächen



Abb. 20 Bewertungsfläche für die vertikale Beleuchtungsstärke an Schränken und Regalen



Abb. 21 Einfluss der vertikalen Beleuchtungsstärke. Sie ist im rechten Bild höher

5.3 Begrenzung von Blendung

—  ASR A3.4 Beleuchtung —

5.3 Begrenzung von Blendung

(1) *Störende Blendung oder Reflexionen sind zu minimieren. Blendung, die zu Unfällen führen kann, muss vermieden werden.*

(2) *Geeignete Maßnahmen zur Vermeidung und Begrenzung der Blendung sind*

z. B.

- Auswahl geeigneter Leuchtmittel,
- richtige Auswahl und Anordnung der Leuchten,
- Verringerung der Helligkeitsunterschiede zwischen Blendquelle und Umfeld, z. B. durch helle Decken und Wände,
- Vermeidung von Reflexionen, z. B. durch entsprechende Oberflächengestaltung (matte Oberflächen).

Begrenzung von Blendung

Blendung wird in physiologische und psychologische Blendung unterschieden.

Physiologische Blendung bewirkt das Herabsetzen der Sehfunktion. Sie wird zum Beispiel durch Blick in die Sonne oder Scheinwerfer verursacht. Solche Blendung tritt in der Regel in Arbeitsstätten nicht auf bzw. muss vermieden werden, zum Beispiel durch Sonnenschutz.

Psychologische Blendung ist eine subjektive Störfempfindung. Ob eine Lampe oder Leuchte als blendend empfunden wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab, die nachfolgend erläutert werden. Diese Faktoren gehen in die Bewertung der Blendung nach dem UGR-Verfahren ein. Um psychologische Blendung durch Leuchten zu begrenzen, sollten die UGR-Werte aus der Tabelle 3 eingehalten werden.

Leuchtdichte der Lichtquelle

Die Leuchtdichte der Lichtquelle (Lampe oder Leuchte) hat den größten Einfluss auf die Blendempfindung.

Lampen mit hoher und sehr hoher Leuchtdichte (Helligkeit), wie z. B. Halogen-Glühlampen, Hochleistungsleuchtstofflampen, klare Hochdruckentladungslampen, LEDs, sollten daher immer vor direktem Einblick abgeschirmt sein. Mindestabschirmwinkel der Lampe durch das Gehäuse der Leuchte sind in der Tabelle 2 aufgeführt. Ist die Lampe durch ein lichtstreuendes oder lichtlenkendes Material abgedeckt, so bestimmt die Leuchtdichte der Abdeckung die Blendwirkung.

Leuchtdichte von Lampen cd/m ²	Mindestabschirmwinkel α
unter 20.000 cd/m ²	--
20.000 bis < 50.000 z. B. Leuchtstofflampen, Kompaktleuchtstofflampen	15°
50.000 bis < 500.000 z. B. Hochdruck-Entladungslam- pen beschlämmt	20°
≥ 500.000 z. B. LEDs, klare Halogenlampen, Hochdruck-Entladungslampen	30°

Tabelle 2 Zulässige Leuchtdichte von Lampen in Abhängigkeit vom Mindestabschirmwinkel gemäß DIN EN 12464-1 (siehe auch Abb. 6)

Größe der leuchtenden Fläche

Wird bei gleichem Lichtstrom (in Lumen) eine Leuchte mit größerer leuchtender Fläche gewählt, so hat dies eine Reduzierung der Blendung zur Folge (Abb. 22).

Lage der Lichtquelle im Gesichtsfeld

Lichtquellen blenden weniger, wenn sie am Rande des Gesichtsfelds liegen.

Höhe des Lichtstroms

Wird beim Lampentausch in eine Leuchte eine Lampe mit höherem Lichtstrom (in Lumen) eingesetzt, erhöht sich die Blendung.

Helligkeit der Umgebung

Eine Lichtquelle, die vor einem hellen Hintergrund gesehen wird, wirkt weniger störend als vor einem dunklen Hintergrund (Abb. 23). Das Aufhellen des Hintergrundes mit hellen Farben oder durch Anstrahlen (indirekte Beleuchtung) reduziert daher Blendung.

Bewertung der Direktblendung durch Leuchten

Ein anerkanntes objektives Verfahren zur Bewertung der Blendung durch Leuchten ist das UGR-Verfahren, auf das sich die Norm DIN EN 12464-1 bezieht. UGR bedeutet Unified Glare Rating. Dieses Verfahren berücksichtigt die bereits aufgeführten unterschiedlichen Faktoren und kann zur Auswahl einer Leuchte herangezogen werden.

Die UGR-Werte für Leuchten können aus der technischen Dokumentation der Hersteller und/oder den Planungsunterlagen entnommen werden. Werden für die ausgewählte Leuchte die UGR-Werte aus der Tabelle 3 eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass die Direktblendung durch Leuchten ausreichend begrenzt ist.

Abhängig von sehphysiologischen oder produktionsbezogenen Erfordernissen sollten folgende UGR-Werte entsprechend der Sehaufgabe eingehalten werden.



Abb. 22 Bei gleichem Lichtstrom (in Lumen) blendet die kleinere Leuchte (rechts) stärker als die große Leuchte (links)

Arbeitsplätze	UGR-Werte	Sonstige Bereiche	UGR-Werte
Uhrmacher	< 16	Verkehrsflächen und Flure	< 28
Büro (Lesen, Schreiben, Bildschirmarbeit)	< 19	Treppen, Fahrtreppen und Fahrsteige	< 25
Industrielle und handwerkliche Tätigkeiten		Fahrwege mit Personenverkehr	< 22
Elektroindustrie		Fahrwege ohne Personenverkehr	< 25
grob	< 25	Anlagen mit Fernbedienungen	< 22
mittel	< 22	Anlagen mit gelegentlichen manuellen Eingriffen	< 25
fein	< 19	Lagerflächen	< 25
sehr fein	< 16	Pausenräume	< 22
		Sanitärräume	25

Tabelle 3 UGR-Werte gemäß DIN EN 12464-1 zur Vermeidung störender Direktblendung.



Abb. 23 Der Einfluss des Hintergrundes auf die Blendwirkung zeigt sich z. B. dadurch, dass eine Lichtquelle, die vor einem dunklen Hintergrund heller wahrgenommen wird und ggf. störend wirkt als vor einem hellem Hintergrund.

Das UGR-Verfahren berücksichtigt eine horizontale bzw. leicht nach unten geneigte Blickrichtung und damit die übliche Arbeitshaltung. Bei freiem Blick im Raum oder beim Blick direkt in die Leuchte können direkt strahlende Leuchten kurzzeitig blenden.

Weitere Informationen zum UGR-Verfahren enthält der Anhang B. Dort wird auch eine einfache Methode zur ersten Einschätzung der Blendung in einer bestehenden Beleuchtungsanlage beschrieben.

Begrenzung von Reflexionen auf Arbeitsmitteln

Reflexionen auf Arbeitsmitteln und Gegenständen führen zu Reflexblendung. Diese werden am einfachsten durch nicht glänzende Oberflächen zum Beispiel matte Arbeitstische, Werkzeuge, Papierdokumente und Prospekthüllen vermieden. Reflexionen auf dunklen Arbeitsmitteln machen sich stärker bemerkbar als auf hellen. Daher sollten z. B. Tastaturen mit hellen Tasten mit dunklen Zeichen ausgestattet sein.

Die Art und Anordnung der Beleuchtung kann wesentlich dazu beitragen, Reflexionen zu vermeiden. Leuchten sollten so angeordnet werden, dass ihr Licht schräg seitlich auf den Arbeitsplatz einfällt.



Abb. 24 Die Leuchten über dem Arbeitsplatz führen zu störende Reflexionen auf den Arbeitsmitteln.



Abb. 25 Lupenleuchte für die Feinmontage



Hinweis

An einigen Arbeitsplätzen (zum Beispiel bei der Feinmontage) werden Lupenleuchten eingesetzt. Um Reflexionen in diesen Lupenleuchten von Fenstern, Leuchten und anderen hellen Flächen zu verhindern, sollte die Lupe entspiegelt sein.

Begrenzung von Reflexionen auf dem Bildschirm

Störende Reflexionen auf dem Bildschirm sind zu minimieren.

Reflexionen auf dem Bildschirm, hervorgerufen durch Fenster, Leuchten oder andere Flächen mit hohen Leuchtdichten, mindern den Kontrast und können so die Qualität der Bildschirmanzeige verschlechtern. Bildschirme mit spiegelnden Anzeigen sollten nicht eingesetzt werden.

Reflexionen durch Leuchten auf nicht spiegelnden Bildschirmen werden in der Regel vermieden, wenn gut entblendete Leuchten eingesetzt werden (zum Beispiel mit einem UGR-Wert ≤ 19). Bei diesen Leuchten kann davon ausgegangen werden, dass auch die Leuchtdichte, die sich im Bildschirm spiegeln kann, ausreichend begrenzt ist. Werden Bildschirme weiter als die aus

ergonomischen Gründen empfohlenen 35° nach hinten geneigt (zum Beispiel bei Notebooks und Tablet-PCs) kann diese Aussage gegebenenfalls nicht mehr zutreffen.

Weitere Informationen zur Auswahl und zum Einsatz von Bildschirmen enthält die DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze“.

Insbesondere bei der Beleuchtung durch Tageslicht sollen Werte der Beleuchtungsstärke auf der Bildschirmoberfläche von 1500 lx bis 2000 lx nicht überschritten werden.

Ausführliche Informationen zur Eignung von Sonnenschutzvorrichtungen für Bildschirmarbeitsplätze enthält die DGUV Information 215-444 „Sonnenschutz im Büro“.



Abb. 26 Störende Reflexionen und Spiegelungen durch die Leuchten an einem Bildschirm

5.4 Farbwiedergabe



ASRA3.4 Beleuchtung

5.4 Farbwiedergabe

(1) Es müssen Lampen mit mindestens einem Farbwiedergabeindex nach Anhang 1 verwendet werden. Durch die Leuchte darf dieser Farbwiedergabeindex nicht unterschritten werden. Für Arbeitsplätze, die im Anhang 1 nicht aufgelistet sind, sind die erforderlichen Werte im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln.

(2) Durch Auswahl der Lampen und Leuchten ist sicherzustellen, dass Sicherheitszeichen und Sicherheitsfarben als solche erkennbar sind sowie die Signalwirkung von selbstleuchtenden Sicherheitszeichen nicht beeinträchtigt wird. Werden Lampen mit einem Farbwiedergabeindex $R_a < 40$ verwendet, muss durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden, dass Sicherheitsfarben erkennbar bleiben (z. B. durch Hinterleuchtung oder Anstrahlung).

Für die Sicherheit, Sehleistung, Behaglichkeit und das Wohlbefinden der Beschäftigten ist es wichtig, dass die Farben der Umgebung, der Objekte und der menschlichen Haut natürlich und wirklichkeitsgetreu wiedergegeben werden. Je nach Einsatzort und Sehaufgaben sollten künstliche Lichtquellen eine möglichst korrekte Farbwahrnehmung gewährleisten wie das natürliche Tageslicht.

Die Farbwiedergabe ist ein Qualitätsmerkmal der Lampe. Sie ist überall dort besonders wichtig, wo es an Arbeitsplätzen darauf ankommt, Farben richtig und genau zu erkennen, zum Beispiel bei der Farbabmusterung, in der Textil- und Nahrungsmittellindustrie und an Lackierarbeitsplätzen.

Grundsätzlich sind die in der Tabelle des Anhangs C geforderten Farbwiedergabeindizes einzuhalten. Es wird empfohlen – wo immer technisch möglich – Lampen mit einem Farbwiedergabeindex von mindestens $R_a = 80$ einzusetzen. Die Farbwiedergabe darf durch die Leuchte nicht negativ beeinflusst werden.

In jedem Fall müssen Sicherheitsfarben eindeutig erkennbar sein. Deshalb müssen gegebenenfalls bei niedriger Farbwiedergabe der Allgemeinbeleuchtung Flucht- und Rettungszeichen gesondert beleuchtet werden. Zum Erkennen der Farbkennzeichnungen von zum Beispiel Rohren oder Kabeln können gesonderte Leuchten notwendig sein.



Abb. 27 Die Abbildung demonstriert den Farbeindruck beim Einsatz von Lampen mit unterschiedlichen Lichtfarben und Farbwiedergabeigenschaften



Abb. 28 Kennzeichnung der Lampen hinsichtlich Farbwiedergabe und Lichtfarbe durch einen dreiziffrigen Code.

Der Code **840** bedeutet:

- 8** = Farbwiedergabeindex $R_a \geq 80$ (gute Farbwiedergabe),
- 40** = Farbtemperatur 4000 K (neutralweiße Lichtfarbe).

Lichtfarbe

Die Lichtfarbe von weißem Licht wird durch die Farbtemperatur in Kelvin K bestimmt. Sie wird in drei Gruppen (Tabelle 4) eingeteilt und üblicherweise auf der Lampe angegeben (Abb. 28).

Die erste Ziffer im Code (X) kennzeichnet die Farbwiedergabe, die beiden weiteren die Lichtfarbe, 2700 K entspricht X27.

Lichtfarbe	Ähnlichste Farbtemperatur
Warmweiß ww	< 3300 K
Neutralweiß nw	3300 K bis 5000 K
Tageslichtweiß tw	> 5300 K

Tabelle 4 Einteilung der Lichtfarben

Warmweißes Licht hat einen relativ hohen Rotanteil (wie auch Kerzen- oder Glühlampenlicht) und wird als wohnlich behaglich empfunden. Neutralweißes Licht wirkt eher sachlich. Tageslichtweißes Licht hat einen relativ hohen Blauanteil und wird eher als technisch kühl empfunden. Welche Lichtfarbe zur Beleuchtung von Arbeitsplätzen verwendet werden sollte, hängt von der gewünschten Wirkung und dem Einsatz ab.

Neuere wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen, dass das Licht mit seiner spektralen Zusammensetzung und damit der Lichtfarbe neben der visuellen Wirkung auch biologische (nichtvisuelle) Wirkungen beim Menschen hervorruft.



Hinweis:

Aufgrund noch nicht ausreichender gesicherter Erkenntnisse wird an dieser Stelle von Empfehlungen zur Änderung der Lichtfarbe, um biologische Wirkungen zu erzielen, abgesehen. Der BGAG-Report "Optimale Beleuchtung bei Schichtarbeit" 2/2009 enthält eine Literaturstudie zu dieser Thematik. Bezug: <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/report2009-02.pdf>

5.5 Flimmern oder Pulsation



ASR A3.4 Beleuchtung

5.5 Flimmern oder Pulsation

Flimmern oder Pulsation dürfen nicht zu Unfallgefahren (z. B. durch stroboskopischen Effekt) oder Ermüdungen führen. Dies kann z. B. durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten oder durch Drei-Phasen-Schaltung verhindert werden.

Bei Leuchten mit Gasentladungslampen (Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen, Halogen-Metaldampflampen) und LEDs können im Dimmbetrieb Flimmern und Pulsation auftreten. Dies wirkt störend und es kann zum so genannten stroboskopischen Effekt kommen, bei dem zum Beispiel rotierende Maschinenteile scheinbar stillstehen.

Flimmern und Pulsation werden bei Gasentladungslampen durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten verhindert, bei LEDs durch geeignete Betriebsgeräte insbesondere für den Dimmbetrieb (Treiber, Konverter). In beiden Fällen werden die Lampen bzw. LEDs bei Frequenzen betrieben, die für das Auge nicht mehr wahrnehmbar sind.

5.6 Schatten



ASR A3.4 Beleuchtung

5.6 Schatten

Schatten ermöglicht die räumliche Wahrnehmung. Durch angemessene Schattigkeit können Gegenstände in ihrer Form und Oberflächenstruktur leichter erkannt werden. Schatten, die Gefahrenquellen überdecken, dürfen nicht zu Unfallgefahren führen. Sie können z. B. durch Anordnung mehrerer Leuchten, die aus verschiedenen Richtungen Licht abgeben, minimiert werden.

Körperwiedergabe (Schattigkeit)

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

Hierdurch wird die räumliche Wahrnehmung unterstützt. Oberflächenstrukturen und -fehler können durch angemessene Schattigkeit erkannt werden.

Für gute Körperwiedergabe von Gegenständen und Personen ist neben einem ausgewogenen Verhältnis von gerichtetem zu diffussem Lichtanteilen auch eine eindeutig erkennbare Lichtrichtung wichtig. Bei den meisten Sehaufgaben haben sich Lichtrichtungen seitlich von oben bewährt. Direkt (nach unten) strahlende Leuchten können z. B. bei Menschen tiefe Schatten unter den Augen erzeugen und sollten sich daher nicht unmittelbar über dem Kopf eines Beschäftigten befinden. Zu flach einstrahlendes Licht kann zu Blendung führen und lange störende Schatten werfen.

Schattenarmut erschwert die räumliche Wahrnehmung, erzeugt einen monotonen Raumeindruck und wird deshalb vielfach als unangenehm empfunden. Sie wird durch eine diffuse Beleuchtung hervorgerufen, z. B. durch eine reine Indirektbeleuchtung mit gleichmäßiger Deckenleuchtdichte.

A



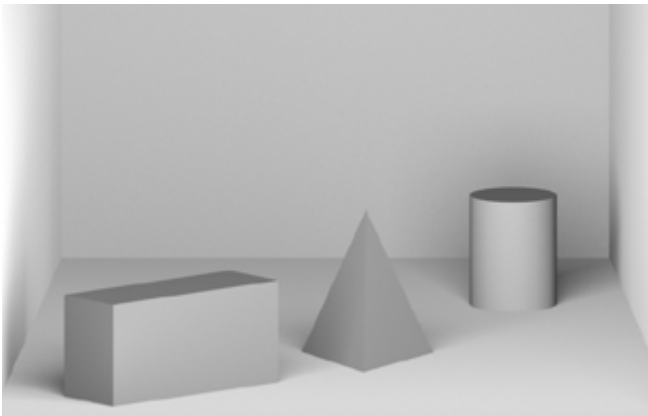
Vermeidung störender Schatten

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

Schatten (Schlagschatten) können Gefahrenquellen (Abb. 29 C) überdecken und damit zu Unfallgefahren führen. Um dies zu verhindern, sollte der Schatten durch zusätzliches Licht aufgehellt und/oder die richtige Lichtrichtung gewählt werden.

Hart abgegrenzte Schatten treten auf, wenn bei offenen Leuchten punktförmige Lampen eingesetzt werden, z. B. Strahler oder Downlights mit Niedervolt-Halogenglühlampen, Halogen-Metaldampflampen, LEDs. Dies kann durch den Einsatz von geeigneten Leuchtenabdeckungen vermieden werden, z. B. durch satinierte Gläser, Prismenscheiben.

B



Jedoch ist bei einigen Sehaufgaben z. B. an Anreißplätzen oder bei der Qualitätskontrolle ein hart abgegrenzter Schatten erforderlich, damit der Anriss- oder Oberflächenfehler durch Schattenwurf besser erkannt werden kann.

C

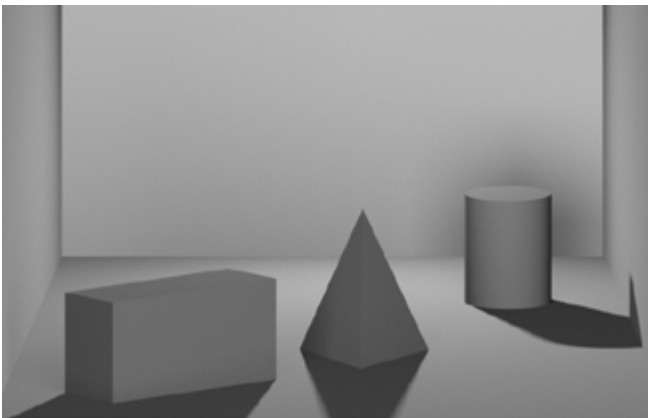


Abb. 29 Räumliche Wahrnehmung von Objekten bei unterschiedlicher Schattigkeit

- A) Schattenarmut
- B) ausgewogene Schattigkeit
- C) lange, störende Schatten

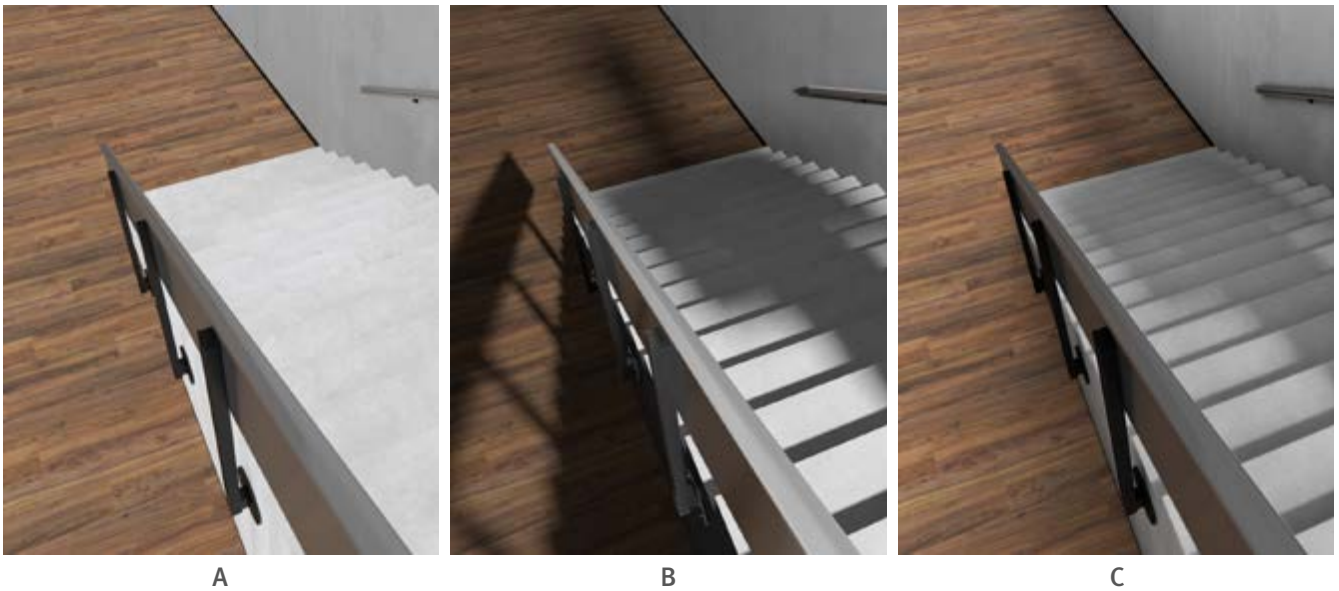


Abb. 30 Diffuse Beleuchtung ohne Schattenbildung (A) kann die Erkennbarkeit der Stufen genauso vermindern wie harte Schlagschatten, erzeugt durch kleine starke Lichtquellen (B). Die beste Erkennbarkeit wird durch eine Beleuchtung mit großflächigen direktstrahlenden Leuchten erzeugt (C). Die Markierung der Stufenkanten durch Farben oder Materialien, die den Kontrast verstärken, kann das Erkennen der Stufen zusätzlich verbessern.

6 Künstliche Beleuchtung im Freien

6.1 Beleuchtungsstärken

—  — ASRA3.4 Beleuchtung

6.1 Beleuchtungsstärken

(1) Beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten im Freien müssen die Mindestwerte der Beleuchtungsstärken im Anhang 2 eingehalten werden.

Ergibt sich bei der Gefährdungsbeurteilung, dass in bestehenden Arbeitsstätten die Einhaltung der Mindestwerte der Beleuchtungsstärken nach Anhang 2 mit Aufwendungen verbunden ist, die offensichtlich unverhältnismäßig sind, so hat der Arbeitgeber die betroffenen Arbeitsplätze individuell zu beurteilen. Bei der Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber zu prüfen, wie durch andere oder ergänzende Maßnahmen die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Beschäftigten in vergleichbarer Weise gesichert werden kann; die erforderlichen Maßnahmen hat er durchzuführen. Solche Maßnahmen sind z. B. der Einsatz von effizienteren Leuchtmitteln oder die Verkürzung von Wartungsintervallen der Beleuchtungseinrichtungen.

(2) Werden an ortsfesten Arbeitsplätzen Tätigkeiten verrichtet, die den Tätigkeiten in Räumen entsprechen, so sind diese mit den in Innenräumen geforderten Beleuchtungsstärken, entsprechend Anhang 1 zu beleuchten.

Arbeitsplätze im Freien sind bei nicht ausreichendem Tageslicht künstlich zu beleuchten. Wie in Innenräumen hat die Beleuchtung maßgeblichen Einfluss auf die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten. Das gilt insbesondere für die geforderten Mindestwerte der Beleuchtungsstärken.

Die Mindestwerte für die geforderten Beleuchtungsstärken sind für Arbeitsplätze im Freien meist niedriger als die für Innenräume, obwohl hier die Bedeutung der Beleuchtung für die Sicherheit des Arbeitsplatzes keineswegs geringer ist und eine Gefährdungsbeurteilung eher höhere Anforderungen ergeben sollte. Dieselben Anforderungen lassen sich im Freien sehr viel schwieriger realisieren. Wegen der fehlenden reflektierenden Raumbegrenzungsflächen und der oft wesentlich größeren Flächen und Abstände würden bei gleichen Anforderungen sehr viel mehr Leuchten mit höherer Leistung und verstärkte Maßnahmen gegen Blendung benötigt. Das bedeutet, dass die gleichen Bedingungen nur mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand zu erreichen sind. Umso mehr sollte hier Wert auf eine Gefährdungsbeurteilung gelegt werden, bei der nicht allein die Erfüllung von Mindestvorschriften betrachtet wird, sondern gegebenenfalls weitere Maßnahmen zur Optimierung getroffen werden.

Ortsfeste Arbeitsplätze lassen sich oft mit annähernd vergleichbarem Aufwand beleuchten wie Arbeitsplätze in Innenräumen. Deswegen sollten generell die selben Anforderungen erfüllt werden.



Abb. 31 Gute Beleuchtung im Bereich von Halleneinfahrten vermeidet Unfallgefahren

Besondere Gefahrenbereiche, z. B. dort wo sich Fuß- und Fahrzeugverkehr kreuzen, können durch die Beleuchtung kenntlich gemacht und so die Beschäftigten rechtzeitig gewarnt werden. Hierzu kann eine andere Lichtfarbe eingesetzt oder die Beleuchtungsstärke angehoben werden. Dazu sollte die Beleuchtungsstärke partiell mindestens verdoppelt werden. In jedem Fall müssen Sicherheitsfarben einwandfrei erkennbar sein.

Gerade Übergänge von Innenräume nach außen und umgekehrt, zum Beispiel Halleneinfahrten, sind gefährlich, weil sich das Auge oft nicht schnell genug an die unterschiedlichen Helligkeiten anpassen kann (Adaptionszeit).

6.2 Begrenzung von Blendung

—  — ASR A3.4 Beleuchtung

6.2 Begrenzung von Blendung

(1) Störende Blendung oder Reflexionen sind zu minimieren. Blendung, die zu Unfällen führen kann, muss vermieden werden.

(2) Geeignete Maßnahmen zur Vermeidung und Begrenzung der Blendung sind z. B.

- Auswahl geeigneter Leuchtmittel,
- richtige Auswahl und Anordnung der Leuchten,
- Vermeidung von Reflexionen, z. B. durch entsprechende Oberflächengestaltung (matte Oberflächen).

(3) Beleuchtungsanlagen im Bereich von Verkehrsanlagen, z. B. für Gleisanlagen oder im Bereich von Schifffahrt, müssen so angebracht sein, dass eine Blendung vermieden wird und so betrieben werden, dass sie nicht mit Signalen verwechselt werden können.

Im Gegensatz zu Innenräumen fehlen im Freien oft die rundherum begrenzenden Raumflächen (Wände). Fehlende Wände sind beleuchtungstechnisch zu vergleichen mit schwarzen bzw. sehr dunklen Flächen. Sie reflektieren auftreffende Lichtstrahlen kaum. Deswegen ist die Blendwirkung von Lichtquellen meist wesentlich höher. Blendquellen im Freien werden oft als störender empfunden und führen zu Unfallgefahren.

Blendung entsteht durch hohe Leuchtdichten, wie z. B. durch ungeeignete oder ungeeignet angebrachte Leuchten oder durch freistrahrende Lampen. Je dunkler die Umgebung, desto höher ist dabei die Blendwirkung.

Durch die Auswahl geeigneter Leuchten und eine sinnvolle Anordnung der Leuchten lassen sich die negativen Auswirkungen minimieren.

Blendung kann ebenfalls auftreten, wenn sich Leuchten auf z. B. nassen Straßenbelägen spiegeln.

6.3 Farbwiedergabe

—  — ASR A3.4 Beleuchtung

6.3 Farbwiedergabe

(1) Es müssen Lampen mit mindestens einem Farbwiedergabeindex nach Anhängen 1 und 2 verwendet werden. Durch die Leuchte darf dieser Farbwiedergabeindex nicht unterschritten werden. Für Arbeitsplätze, die in den Anhängen 1 und 2 nicht aufgelistet sind, sind die erforderlichen Werte im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln.

(2) Durch Auswahl der Lampen und Leuchten ist sicherzustellen, dass Sicherheitszeichen und Sicherheitsfarben als solche erkennbar sind sowie die Signalwirkung von selbstleuchtenden Sicherheitszeichen nicht beeinträchtigt wird. Werden Lampen mit einem Farbwiedergabeindex $R_a < 40$ verwendet, muss durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden, dass Sicherheitsfarben erkennbar bleiben

6.4 Flimmern oder Pulsation

Die Anforderungen des Punktes 5.5 sind analog anzuwenden.

6.5 Schatten

Die Anforderungen des Punktes 5.6 sind analog anzuwenden.

Aufgrund der größeren räumlichen Abmessungen und der fehlenden reflektierenden Flächen werden Arbeitsplätze im Freien oft mit leistungsstärkeren Leuchten ausgestattet. Wenn das Licht zudem nur aus einer Richtung kommt, bilden sich ausgeprägte Schatten. Diese können Gefahrenquellen überdecken und damit zu Unfallgefahren führen. Deshalb ist es sinnvoll mehrere Leuchten einzusetzen, die aus verschiedenen Richtungen beleuchten.

7 Betrieb, Instandhaltung und orientierende Messung

7.1 Betrieb



ASR A3.4 Beleuchtung

7.1 Betrieb

(1) *Beleuchtungsanlagen sind so einzurichten und zu betreiben, dass sie die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten nicht gefährden. Diesbezüglich auftretende Mängel sind unverzüglich zu beseitigen.*

Mängel können z. B. sein:

- Ausfall von Leuchtmitteln,
- Lösen von Leuchteilen,
- Platzen des Schutzkolbens bei Hochdrucklampen,
- Beschädigung von Leuchtenabdeckungen, die die Schutzart beeinträchtigen,
- Verringerung der Beleuchtungsstärke, z. B. aufgrund einer Verschmutzung oder der Alterung von Leuchten oder
- Kontakt mit heißen Oberflächen.

(2) *Bei Umstellung der Arbeitsplätze oder Änderungen der Sehaufgabe (z. B. Umstellung der Produktion oder der Tätigkeit) ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob die Beleuchtungsanlage den geänderten Bedingungen entspricht oder angepasst werden muss.*

7.2 Instandhaltung

(1) *Beleuchtungsanlagen sind regelmäßig dahingehend zu überprüfen, ob sie noch den Anforderungen dieser Arbeitsstättenregel entsprechen.*

Im Laufe der Zeit unterliegen Beleuchtungsanlagen einer Veränderung der lichttechnischen Parameter (z. B. Verringerung der Beleuchtungsstärke) oder sie können beschädigt werden.

Instandhaltungsmaßnahmen sind spätestens dann erforderlich, wenn die Beleuchtungsanlage durch Verschmutzung, Alterung oder Beschädigung die Anforderungen dieser ASR nicht mehr erfüllt oder auf andere Weise zu einer Gefährdung wird. Es ist dafür zu sorgen, dass sichere Instandhaltung möglich ist, insbesondere ist für einen sicheren Zugang zu sorgen.

(2) *Um die Versorgung mit Tageslicht nicht zu beeinträchtigen, sind Fenster und Dachoberlichter regelmäßig zu reinigen. Anforderungen an den Arbeitsschutz bei der Reinigung von Fensterflächen siehe ASR A1.6 „Fenster, Oberlichter, lichtdurchlässige Wände“.*

Ein weiterer Mangel ist das Flackern und das „Glühen“ von Leuchtstofflampen. Dies tritt meist bei älteren Leuchten mit konventionellen Vorschaltgeräten (KVG) auf, wenn der Starter oder die Lampe selbst defekt sind. In diesem Fall erhitzen sie stark und es besteht Brandgefahr. Sie dürfen daher nicht mehr betrieben werden. Das Leuchtmittel bzw. der Starter müssen sofort ersetzt oder die Leuchte ausgetauscht werden.

Einrichten und Betreiben

Um Beleuchtungsanlagen planmäßig einzurichten und dauerhaft sicher betreiben zu können, ist es erforderlich, Planungsunterlagen zu erstellen. Anhand dieser können Fehler wie z. B. eine ungünstige Positionierung der Leuchten über Maschinen, Arbeitsplätzen oder Behinderung durch andere Einbauten an der Decke frühzeitig erkannt werden. Die Erstellung der Planungsunterlagen bietet die Möglichkeit, die tatsächlichen Betriebsbedingungen, die Einfluss auf die Qualität der Beleuchtung haben bereits im Vorfeld zu beachten.

Darüber hinaus dienen Planungsunterlagen dazu, den Istzustand der Beleuchtungsanlage über die Betriebsdauer regelmäßig mit den Sollvorgaben abzugleichen.

Nach Errichtung der Beleuchtungsanlage empfiehlt es sich, einen Abgleich mit den Planungsunterlagen und gegebenenfalls eine orientierende Messung durchzuführen.

Planungsunterlagen

In den Planungsunterlagen sollten alle Berechnungen und Angaben erkennbar und dokumentiert sein. Das zugrunde gelegte Beleuchtungskonzept ist aufzuführen.

Ausführliche Planungsunterlagen enthalten:

- Art der Tätigkeit, Sehaufgabe oder Arbeitsplatz
- Raumdaten (Dimensionen, Reflexionsgrade)
- Lage, Größe und Höhe der Bewertungsflächen
- Technische Dokumentation der Leuchten (inklusive UGR-Tabelle, Leuchtdichtetabellen, LVK, Bestückung der Leuchten mit Lampen, Art und Leistungsaufnahme der Lampen, Leistungsaufnahme der Leuchte ggf. inkl. aller Betriebsgeräte)
- Anzahl der Leuchten
- Anordnung der Leuchten
- Lage, Anzahl der Fenster und Dachoberlichter
- Wartungsfaktor sowie die Annahmen, die bei der Bestimmung des Wertes gemacht wurden
- Ergebnisse der Beleuchtungsberechnung
 - Beleuchtungsstärken (Verteilung, Mittelwert, minimale Werte, Gleichmäßigkeit)
 - Bewertungsraster
- Wartungsplan (siehe Abb. 32)
- gegebenenfalls Angaben zum Lichtmanagement

Zu den Planungsunterlagen für Tageslicht gehören außerdem:

- die Lage, Anzahl und Art der Fenster und Dachoberlichter
- Transmissionsgrad der Verglasung
- Angaben zu Sonnenschutzvorrichtungen (Wärme- und Blendschutz)
- gegebenenfalls Angaben zur tageslichtabhängigen Steuerung



Hinweis

Fachgerecht durchgeführte Beleuchtungsplanungen enthalten in der Regel die aufgeführten Angaben.

Wartungsfaktor

Um die lichttechnischen Anforderungen für einen zu bestimmten Zeitraum sicher einhalten zu können, empfiehlt es sich die Beleuchtungsanlage mit einem Wartungsfaktor zu planen, der für festgelegte Wartungsintervalle

- den Lichtstromrückgang der Lampen (LLMF),
- die Ausfallwahrscheinlichkeit der Lichtquellen (LSF),
- die Verschmutzung und Alterung der Leuchten einschließlich der Lampen (Lichtquellen) (LMF),
- die Verschmutzung der Raumboflächen (RMF) berücksichtigt.

Der jeweilige Wartungsfaktor weist den Anteil aus, der gegenüber dem Neuwert dann noch erreicht wird.

Beispiel:

LLMF = 0,7 bedeutet, dass der Lichtstrom noch 70 % des Neuwertes einhält.

Die einzelnen Wartungsfaktoren werden miteinander multipliziert und ergeben als Produkt den gesamten Wartungsfaktor $\text{Wartungsfaktor}_{\text{gesamt}} = \text{LLMF} \times \text{LSF} \times \text{LMF} \times \text{RMF}$.

Wartungsfaktor	Anwendungsbeispiel
0,80	Sehr sauberer Raum, Anlagen von geringer Nutzungsdauer
0,67	Sauberer Raum, dreijähriger Wartungszyklus
0,57	Innen- und Außenbeleuchtung, normale Verschmutzung, dreijähriger Wartungszyklus
0,50	Innen- und Außenbeleuchtung, starke Verschmutzung

Tabelle 5 Bewährte Wartungsfaktoren für einen dreijährigen Wartungszyklus

Beispielberechnung für einen Neuwert der Beleuchtungsstärke einer Beleuchtungsanlage:

- sauberer Raum dreijähriger Wartungszyklus (Wartungsfaktor 0,67)
 - Mindestwert der Beleuchtungsstärke nach ASR A3.4 = 300 lx
- Es errechnet sich ein Neuwert (Werte bei Inbetriebnahme) der Beleuchtungsstärke
 Neuwert = Mindestwert der Beleuchtungsstärke / Wartungsfaktor
 = 300 lx / 0,67 = ca. 450 lx

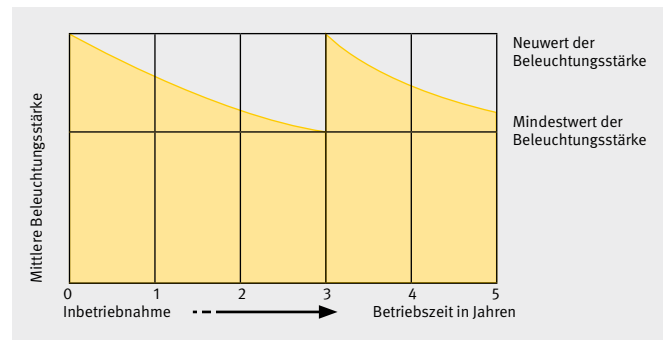


Abb. 32 Einfluss der Wartung auf den zeitlichen Verlauf der Beleuchtungsstärke (Beispiel dreijähriger Wartungszyklus). Bei entsprechender Wartung wird der Mindestwert der Beleuchtungsstärke nicht unterschritten.

Wartungsplan

Der Wartungsplan sollte die Intervalle für

- den Lampenwechsel (ggf. bei LED nicht möglich)
- die Reinigung der Leuchte und Lampe sowie die Reinigungsmethoden
- die Reinigung des Raumes
- die Reinigung der Fenster bzw. Oberlichter enthalten.

Für bestehende Beleuchtungsanlagen sollten ebenfalls für die Wartung Intervalle entsprechend den betrieblichen Erfahrungswerten und Bedingungen festgelegt werden.

Überprüfung der Beleuchtungsanlage

Bereits die Planungsunterlagen für die Beleuchtungsanlage sollten von einer fachkundigen Person (siehe DGUV Grundsatz 315-201 "Anforderungen an die Ausbildung von fachkundigen Personen für die Überprüfung und Beurteilung der Beleuchtung von Arbeitsstätten") geprüft werden, damit nachträgliche Änderungen an der bereits installierten Beleuchtungsanlage nicht erforderlich werden. Diese wären mit einem hohen Aufwand verbunden.

Nach der Installation sollte die Einhaltung der Planungswerte im Rahmen einer messtechnischen Überprüfung (Kontrollmessung an ausgewählten Berechnungspunkten der Planung) überprüft und dokumentiert werden.

Überprüfungen bestehender Beleuchtungsanlagen anhand einer orientierenden Messung nach Abschnitt 7.3 auf Einhaltung der Anforderungen an die Beleuchtung sind notwendig, z. B. wenn

- die Mitarbeiter über Beschwerden klagen, die auf eine unzureichende Beleuchtung zurückgeführt werden können,
- die Annahme besteht, dass die Anforderungen an die Beleuchtung nicht eingehalten sind,
- die im Wartungsplan festgelegten Intervalle verlängert werden sollen,
- die Arbeitsplätze und die Tätigkeiten neu oder umorganisiert wurden.

Für die Überprüfung sind die Planungsunterlagen und alle Dokumentationen von bereits durchgeführten Prüfungen und Messungen der Beleuchtungsanlage zu berücksichtigen.

Reicht die orientierende Messung nicht aus, um Mängel an der Beleuchtungsanlage auszuschließen, ist eine Messung nach den Anforderungen der Norm DIN 5035 Teil 6 „Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 6: Messung und Bewertung“ durchzuführen.

Instandhaltung und Wartung

Die Beleuchtungsanlage muss regelmäßig gewartet und gegebenenfalls instand gesetzt werden. Dazu sollte ein Wartungsplan vom Planer der Beleuchtungsanlage aufgestellt werden (siehe Seite 41).

Entsprechend diesem Wartungsplan sind die Lampen und Leuchten regelmäßig zu reinigen, der Raum zu renovieren, Fenster und Oberlichter zu reinigen und die Lampen auszutauschen.

Beim Lampenaustausch ist darauf zu achten, dass die Lampen mit denselben Kenngrößen (Lichtfarbe, Farbwiedergabe und Lampenleistung/Lampenlichtstrom) eingesetzt werden. Insbesondere bei größeren Beleuchtungsanlagen und in hohen Hallen empfiehlt sich ein Gruppenaustausch der Lampen.



Hinweis 1

Bei LED Leuchten ist der Tausch der LED Module häufig nur durch den Hersteller oder gar nicht vorgesehen.



Hinweis 2

Der Austausch der ursprünglich vorhandenen Leuchtstofflampen durch LED-Röhren führt in der Regel zu einer grundlegenden Änderung der Beleuchtungssituation. Durch die Veränderung der Lichtverteilung und des Gesamtlichtstroms verändern sich auch die Werte bezüglich der ursprünglichen Lichtplanung. In diesen Fällen ist eine Überprüfung der Beleuchtung erforderlich.

Durch den Austausch der ursprünglich vorhandenen Leuchtstofflampen durch LED-Röhren können außerdem die Konformitätsaussagen der Leuchtenhersteller und Zertifizierungen (zum Beispiel VDE/ENEC oder GS-Zeichen) ungültig werden. Die Bedienungsanleitung des LED-Röhrenherstellers ist zu beachten. Die Verantwortung für den sicheren Betrieb liegt jedoch immer bei dem Betreiber, sodass bei entsprechenden Umbauten eine geeignete sicherheitstechnische Prüfung stattfinden muss.

7.3 Orientierende Messung



ASR A3.4 Beleuchtung

7.3 Orientierende Messung

(1) Sofern zur Auswahl oder zur Prüfung von Beleuchtungseinrichtungen orientierende Messungen im Betrieb durchgeführt werden, sind Beleuchtungsstärkemessgeräte zu verwenden, die mindestens der Klasse C gemäß DIN 5035 Teil 6, Ausgabe 2006-11 entsprechen.

(2) Die Messungen der künstlichen Beleuchtung in Räumen, die auch durch Tageslicht beleuchtet werden, sollen bei natürlicher Dunkelheit durchgeführt werden. Kann Tageslicht bei der Messung nicht ausgeschlossen werden, ist zunächst bei eingeschalteter und 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 und unmittelbar nacheinander durchgeführt werden. Die Differenzmessung ist bei tageslichtabhängig geregelten Beleuchtungsanlagen nicht anwendbar.

(3) Zur Bewertung des Ist-Zustandes sind die Beleuchtungsanlagen im jeweiligen Betriebszustand zu messen. Leuchtstofflampen und andere Entladungslampen müssen bei der Messung mindestens 100 Betriebsstunden aufweisen.

(4) Die Messpunkte sind auf der Bezugsebene möglichst gleichmäßig zu verteilen (siehe Abb. 3).

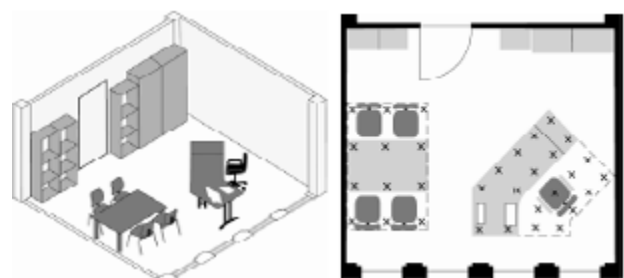


Abb. 3: Beispiel für die Verteilung der Messpunkte für einen Bereich des Arbeitsplatzes

(5) Der Mindestwert der Beleuchtungsstärke muss in der Bezugsebene (siehe Tabelle 1) erreicht werden und wird auch dort gemessen. Ist die Höhe oder Ebene bekannt, in der die Sehaufgabe ausgeführt wird, kann die Messung auch dort durchgeführt werden.

Tabelle 1: Höhe der Bezugsebenen für horizontale Beleuchtungsstärken E_h und vertikale Beleuchtungsstärken E_v

	Horizontal E_h [m über dem Boden]	Vertikal E_v [m über dem Boden]
überwiegend stehende Tätigkeiten	0,85	1,60
überwiegend sitzende Tätigkeiten	0,75	1,20
Verkehrswege z. B. Flure und Treppen	bis 0,20	

Orientierende Messung der Beleuchtungsstärke

Die orientierende Messung dient dazu, annäherungsweise eine Aussage über die Einhaltung geforderter Beleuchtungsstärken und Gleichmäßigkeiten zu ermitteln. Die Ergebnisse unterliegen je nach Durchführung der Messung und Verteilung der Messpunkte großen Schwankungen. Orientierende Messungen der Beleuchtungsstärke können vom Unternehmen selbst durch eine fachkundige Person durchgeführt werden.

Hinweis

Einige Unfallversicherungsträger bieten hierzu Seminare nach dem DGUV Grundsatz 315-201 „Anforderungen an die Ausbildung von fachkundigen Personen für die Überprüfung und Beurteilung der Beleuchtung von Arbeitsstätten“ an.

Für die orientierende Messung ist ein Beleuchtungsstärkemessgerät mindestens der Klasse C (Fehlergrenze $\pm 20\%$) zu verwenden. Es ist zu beachten, dass das Messergebnis von der Netzspannung und der Raumtemperatur abhängig ist.

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.

Hinweis

Bei der orientierenden Messung sollte die Ausstattung und die Anordnung des Arbeitsplatzes der späteren Nutzung entsprechen. So kann festgestellt werden, ob zum Beispiel ungünstige Schatten durch Personen, Maschinen und Einbauten, auf die Sehaufgabe fallen und gegebenenfalls die dort erforderlichen Beleuchtungsstärken nicht erreicht werden. Auch deshalb sollten dem Lichtplaner im Vorfeld alle relevanten Informationen gegeben werden. Hierzu gehören neben den Raummaßen und den Reflexionsgraden auch die Angaben über größere Einbauten, Maschinen, Aufenthaltsorte der Personen und deren Sehaufgaben. Besonders im Bereich der Industriebeleuchtung empfiehlt es sich, den Lichtplaner vor Ort über die Bedingungen hinreichend zu informieren.

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 in Abbildung 33 beispielhaft gezeigt, auf der Bewertungsfläche möglichst gleichmäßig verteilt sein. Das Messergebnis variiert unter anderem mit der Anzahl und der Verteilung der Messpunkte.

Hinweis

Reicht die orientierende Messung nicht aus, um Mängel an der Beleuchtungsanlage auszuschließen, ist eine Messung nach den Anforderungen der Norm DIN 5035-6 „Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 6: Messung und Bewertung“ durchzuführen.

Beispiel für eine orientierende Messung der Beleuchtungsstärke

Die Messpunkte sollen:

- gleichmäßig über die gesamte Bewertungsfläche verteilt sein (siehe Skizze),
- nicht im Randbereich von 50 cm an den Raumbegrenzungsflächen liegen — es sei denn, dort befindet sich ein Arbeitsplatz,
- mit den Messergebnissen dokumentiert sein, zum Beispiel in einem Foto oder einer Skizze.

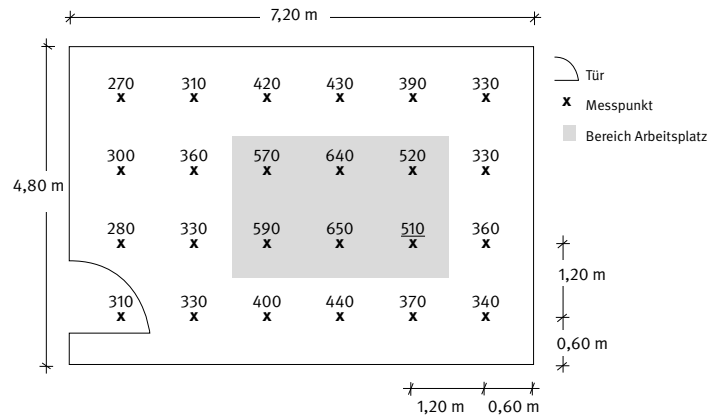


Abb. 33 Skizze zur Dokumentation der orientierenden Messung

Berechnungen

Bereich des Arbeitsplatzes

SOLL

Mindestwert der Beleuchtungsstärke $\bar{E}_m \geq 500 \text{ lx}$

Gleichmäßigkeit $U_o \geq 0,6$

IST

Minimalwert der Beleuchtungsstärke $E_{\min} = 510 \text{ lx}$

Mittelwert der Beleuchtungsstärke $\bar{E} = (570 + 640 + 520 + 590 + 650 + 510) \text{ lx} : 6 = 580 \text{ lx}$

Gleichmäßigkeit $U_o = E_{\min} : \bar{E} = 510 \text{ lx} : 580 \text{ lx} = 0,88$

Ergebnis: $E_{\min} = 510 \text{ lx}$ ist höher als 500 lx
 $0,88$ ist größer (gleichmäßiger) als $0,6$

Umgebungsbereich

SOLL

Mindestwert der Beleuchtungsstärke $\bar{E}_m \geq 300 \text{ lx}$

Gleichmäßigkeit $U_o \geq 0,5$

IST

Minimalwert der Beleuchtungsstärke $E_{\min} = 270 \text{ lx}$

Mittelwert der Beleuchtungsstärke $\bar{E} = (270 + 310 + 420 + 430 + 390 + 330 + 300 + 360 + 330 + 280 + 330 + 360 + 310 + 330 + 400 + 440 + 370 + 340) \text{ lx} : 18 = 350 \text{ lx}$

Gleichmäßigkeit $U_o = E_{\min} : \bar{E} = 270 \text{ lx} : 350 \text{ lx} = 0,77$

Ergebnis: $0,77$ ist größer (gleichmäßiger) als $0,5$

Beurteilung

Die Anforderungen an Beleuchtungsstärken sowie Gleichmäßigkeiten sind im Bereich des Arbeitsplatzes und im Umgebungsbereich erfüllt.

8 Abweichende/ergänzende Anforderungen für Baustellen



8 Abweichende/ergänzende Anforderungen für Baustellen

(1) Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen sind mindestens mit den Beleuchtungsstärken nach Tabelle 2 zu beleuchten.

(2) Werden an ortsfesten Arbeitsplätzen Tätigkeiten verrichtet, die den Tätigkeiten des Anhanges 1 entsprechen, sind die dort angegebenen Werte anzuwenden.

Tabelle 2: Mindestwerte der Beleuchtungsstärken auf Baustellen

Arbeitsbereiche, Arbeitsplätze, Tätigkeiten auf Baustellen	lx
Allgemeine Beleuchtung, Verkehrswege	20
Grobe Tätigkeiten, z. B.: Erdarbeiten, Hilfs- und Lagerarbeiten, Transport, Verlegen von Entwässerungsrohren	50
Normale Tätigkeiten, z. B.: Montage von Fertigteilen, einfache Bewehrungsarbeiten, Schalungsarbeiten, Stahlbeton- und Maurerarbeiten, Installationsarbeiten, Arbeiten im Tunnel	100
Feine Tätigkeiten, z. B.: Anspruchsvolle Montagen, Oberflächenbearbeitung, Verbindung von Tragwerkelementen	200

Ist die Anpassung der Beleuchtung nach den Ziffern 3.2 und 3.4 der Tabelle des Anhanges 1 in bestehenden mobilen Sanitär-, Pausen- und Bereitschaftsräumen mit einem unverhältnismäßigen Aufwand verbunden, ist diese spätestens dann vorzunehmen, wenn ein wesentlicher Umbau durchgeführt wird.

Die Anforderungen für Baustellen sind „abweichende“ bzw. „ergänzende“ Anforderungen. Das bedeutet, dass grundsätzlich die Anforderungen der ASR A3.4 „Beleuchtung“ sinngemäß anzuwenden sind, wenn hier keine Abweichungen aufgeführt sind. Dies gilt für Baustellen im Innenbereichen und Baustellen im Freien.

Die Mindestwerte der Beleuchtungsstärken auf Baustellen sind geringer als die für übrige Arbeitsplätze. Hier wird dem Umstand Rechnung getragen, dass die Installation einer Beleuchtungsanlage, wie in Innenräumen oder an ortsfesten Arbeitsplätzen im Freien, einen unverhältnismäßig hohem Aufwand bedeuten würde. Baustellen sind temporäre Arbeitsplätze und verändern sich ständig. Laufende Anpassungen an die wechselnden Verhältnisse sind sehr aufwändig. Eine sorgfältige Gefährdungsbeurteilung, die insbesondere auch die Gefahren durch Blendung, Schatten und geringe Beleuchtungsstärken berücksichtigt ist wichtig.

Bei jeder mobilen Beleuchtung sollte darauf geachtet werden die Blendung und gefährliche Schatten zu minimieren. Unbeleuchtete Bereiche – dunkle Löcher – sind oftmals die Ursache von Unfällen.

Baugruben, fertig gestellte Bauabschnitte, Treppenhäuser usw. sollten mit fest installierten Leuchten ausgestattet werden, wobei es gerade hier gilt, Blendung und ungeeignete Schatten zu minimieren.

Besondere Gefahrenbereiche, zum Beispiel dort wo sich Fuß- und Fahrzeugverkehr kreuzen, können durch die Beleuchtung kenntlich gemacht und die Beschäftigten rechtzeitig gewarnt werden. Hierzu kann eine andere Lichtfarbe eingesetzt und/oder die Beleuchtungsstärke angehoben werden. In jedem Fall müssen Sicherheitsfarben eindeutig erkennbar sein.

Der Anhang 1 der ASR A3.4 Beleuchtung "Beleuchtungsanforderung für Arbeitsbereiche, Arbeitsplätze und Tätigkeiten" befinden sich im Anhang C dieser DGUV Information.

Anhang A

Abweichende Begriffe der ASR A3.4 zur Norm DIN EN 12464-1

Abweichende Begriffe der ASR A3.4 zur Norm DIN EN 12464-1

Im Arbeitsstättenrecht und in der Normung werden zum Teil unterschiedliche Begriffe und Definitionen für ähnliche oder gleiche Sachverhalte verwendet.

ASR A3.4 „Beleuchtung“ DGUV Information 215-210	DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“
Mindestbeleuchtungsstärke Mindestwert der Beleuchtungsstärke	Wartungswert der Beleuchtung
Gleichmäßigkeit g_1	Gleichmäßigkeit U_0
Bereich des Arbeitsplatzes	Bereich der Sehaufgabe
Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke	Zylindrische Beleuchtungsstärke
Umgebungsbereich	Unmittelbarer Umgebungsbereich

Tabelle 5 Abweichende Begriffe der ASR A3.4 zur Norm DIN EN 12464-1

Anhang B

Hinweise zur Blendungsbewertung

Damit an einem Arbeitsplatz keine Blendung durch die eingesetzten Leuchten entsteht, sollten die Leuchten nach dem UGR-Verfahren bewertet und dann geklärt werden, ob sie für den jeweiligen Arbeitsplatz geeignet sind.

Der Lichtplaner kann bereits während der Beleuchtungsberechnung die UGR-Werte für relevante Arbeitsplätze ermitteln und diese gegebenenfalls für den ungünstigsten Arbeitsplatz ausweisen. Anhand von UGR-Tabellen, die die Hersteller für ihre Leuchten ausweisen, kann ebenfalls schnell nachgeschaut werden, ob der UGR-Wert unter Bedingungen eingehalten wird. In der Praxis kann auch eine grobe Überprüfung auf Blendung zweckmäßig sein.

Grobe Überprüfung auf mögliche Blendung

Sind die Arbeitsplätze bereits eingerichtet, ist die messtechnische Bewertung der Blendung nach dem UGR-Verfahren aufwändig und vom Anwender kaum durchführbar. Hier bietet sich zunächst eine einfache Methode an, um eine erste subjektive Bewertung der Blendung auch mit einfachen Mitteln selbst durchführen zu können.

Hinweis

Eine erste, grobe Überprüfung einer bestehenden Beleuchtungsanlage auf Blendung kann wie folgt geschehen: Setzen Sie sich in typischer Arbeitshaltung an die betreffenden Arbeitsplatz und blicken Sie in die für die Ihre Arbeit typischen Richtungen. Tauchen Leuchten in Ihrem Blickfeld auf, so decken Sie die Sicht darauf mit der Hand ab. Wenn Sie nach dem Abdecken keine wesentliche Änderung bemerken, ist die betroffene Leuchte offensichtlich als Störquelle auszuschließen.

Wird für eine Leuchte störende Blendung festgestellt, sollte geprüft werden, ob der direkte Einblick auf den störenden Lichtaustritt durch eine Blende oder einen Stellwand verhindert werden kann. Gegebenenfalls ist auch eine Änderung der Arbeitsplatzanordnung möglich, um die blendenden Leuchte aus dem Gesichtsfeld zu entfernen. Beide Maßnahmen dürfen nur durchgeführt werden, wenn dadurch die Mindestbeleuchtungsstärke am Arbeitsplatz nicht unterschritten wird. Eine weitere blendungsmindernde Maßnahme kann das Aufhellen des Umfeldes sein, z.B. durch helle Farben oder der Einsatz einer zusätzlichen Indirektbeleuchtung.

Sollten die beschriebenen Maßnahmen nicht zu einer befriedigenden Verbesserung der Sehbedingungen führen, sollte ein Beleuchtungssachverständiger hinzugezogen werden. Dieser kann beurteilen, ob die betreffende Leuchte tatsächlich blendet und welche Maßnahmen an der Leuchte bzw. an der Beleuchtungsanlage sinnvoller Weise vorgenommen werden sollten.

Das „Herausdrehen“ von Lampen oder Abklemmen von Leuchten stellt in der Regel keine Lösung dar, da dann die notwendige Beleuchtung sowohl in Hinblick auf die Mindestbeleuchtungsstärke als auch auf die Gleichmäßigkeit nicht mehr gewährleistet ist.

UGR-Verfahren

Das UGR-Verfahren „Unified Glare Rating“ wurde entwickelt, um die Bewertung der Blendung weltweit zu vereinheitlichen. Dabei wird die Blendung der gesamten Beleuchtungsanlage für eine definierte Beobachterposition berechnet

Berechnungen nach dem UGR-Verfahren

Die messtechnische Bewertung der Blendung nach dem UGR-Verfahren ist für den Anwender kompliziert und kaum durchführbar. Die Planer verwenden Lichtplanungsprogramme, um UGR-Werte zu berechnen. Die Formel zur Berechnung der UGR-Werte und die Erläuterung ihrer Größen ist in DIN EN 12464-1 aufgeführt. Sie zeigt die komplexen Zusammenhänge, die zur Bewertung der Blendung zu beachten sind.

$$UGR = 8 \log_{10} \left[\frac{0,25 \sum L^2 \omega}{L_b p^2} \right]$$

L_b Die Hintergrundleuchtdichten in cd/m^2

L die mittlere Leuchtdichte in cd/m^2 , der Lichtaustrittsfläche jeder Leuchte in Richtung des Beobachterauges;

ω der Raumwinkel in Steradian (sr) der Lichtaustrittsfläche jeder Leuchte, bezogen auf das Beobachterauge;

p Positionsindex **nach** Guth für jede einzelne Leuchte, abhängig von deren räumlicher Abweichung von der Hauptblickrichtung.

Abb. 34 Formel zur Ermittlung des UGR-Wertes



Wichtig zu wissen!

Grundsätzlich gilt: **Je niedriger der UGR-Wert einer Leuchte, desto geringer ist die Blendung.**

Bitte beachten:

UGR Werte zwischen 16 und 28 sind in Stufen festgelegt, die zur Veranschaulichung in der nachfolgenden Tabelle durch die Buchstaben a bis e dargestellt sind. Eine Aussage über die Störwirkung durch Blendung kann nur zwischen und nicht innerhalb der einzelnen Stufen getroffen werden. UGR-Werte die außerhalb dieser Grenzen liegen ermöglichen keine Differenzierung der Störwirkung.

Abstufung der UGR-Werte	Beispiele für die Anwendung
a < 16	Technisches Zeichnen
b >16 bis < 19	Lesen, Schreiben, Schulen, Besprechungen, Computerarbeit
c >19 bis < 22	Industrie und Handwerk
d >22 bis < 25	Grobe Arbeiten in Industrie
e >25 bis < 28	Bahnsteige, Hallen

Ein direkter Vergleich von ermittelten UGR-Werten (evtl. sogar mit Nachkommastelle) ist somit ungeeignet. Die ermittelten UGR-Werte sind durch Rundung der entsprechenden Stufe zuzuordnen.

Beispiel zur Rundung:

- 18,6 ist < 19 → b (>16 bis < 19)
- 19,4 ist < 19 → b (>16 bis < 19)
- 19,5 ist < 22 → c (>19 bis < 22)
- 19,6 ist < 22 → c (>19 bis < 22)

Beispiel zur Bewertung:

Der UGR-Wert 23,1 (< 25) wird als störender bewertet als der Wert 21,4 (< 22), jedoch werden die Werte 19,6 (< 22) und 20,9 (< 22) mit der gleichen Störwirkung bewertet.



Abb. 35 Das UGR-Verfahren berücksichtigt alle Leuchten im Raum, die zu einem Blendeindruck beitragen, sowie die Helligkeit von Wänden und Decken, um einen UGR-Wert zu ermitteln.

Auswahl geeigneter Leuchten anhand von UGR-Tabellen

Vereinfacht kann auch anhand der UGR-Tabellen, die die Hersteller für ihre Leuchten ausweisen, schnell bestimmt werden, ob der UGR-Wert für eine Leuchte unter bestimmten Bedingungen eingehalten wird.

Die UGR-Werte in den Tabellen aus den technischen Dokumentationen der Leuchten gelten für einen bestimmten Leuchtentyp und verschiedene Raumgrößen und Reflexionsgrade von Decke, Wand und Boden.

Sind die Raumdaten bekannt, führt die Ermittlung des UGR-Werts anhand der Raumverhältnisse zu relativ genauen Ergebnissen. Hier ein Beispiel dafür:

Es soll festgestellt werden, ob ein bestimmter Leuchtentyp geeignet ist. Dazu wird die entsprechende UGR-Tabelle des Herstellers verwendet (Tabelle 7).

Ein Raum soll für Bildschirm- und Büroarbeitsplätze eingerichtet werden. Laut Tabelle 3, Abschnitt 5.3 soll zur Vermeidung von störender Blendung durch die Leuchten ein UGR-Wert von höchstens 19 eingehalten werden.

Es werden weitere Parameter angenommen:

- Raumabmessung 4 m x 6 m.
- Reflexionsgrade „hell“, also Decke 70%, Wände 50% und Boden 20%
- Die Leuchten hängen längs (parallel) zur Blickrichtung

Zunächst werden für die UGR-Tabelle die zutreffenden Raumverhältnisse (Abmessungen X, Y) ermittelt.

Das Auge des sitzenden Beschäftigten (Beobachters) befindet sich 1,2 m über dem Boden und die Leuchten sind in 3,2 m über dem Boden an der Decke montiert. H beträgt damit 2 m. Für den Beispielraum (4 m x 6 m) ergibt sich somit das anzuwendende Raumverhältnis (Abmessungen x,y der Tabelle) mit 2H x 3H. Aus der UGR-Tabelle für die Leuchte ergibt sich unter Berücksichtigung der Reflexionsgrade des Raumes ein UGR-Wert von 17,2.

Mit 17,2 ist der Wert kleiner als 19. Der Raum ist mit dieser Leuchte für Bildschirm- und Büroarbeitsplätze geeignet.

Sind keine Raumdaten bekannt, kann der typische UGR Wert der Leuchte anhand eines hellen Referenzraums mit den Abmessungen 4H x 8H bestimmt werden (in der Tabelle „grau“). Viele Hersteller geben für diesen Referenzraum einen UGR-Werte für ihre Leuchte an.

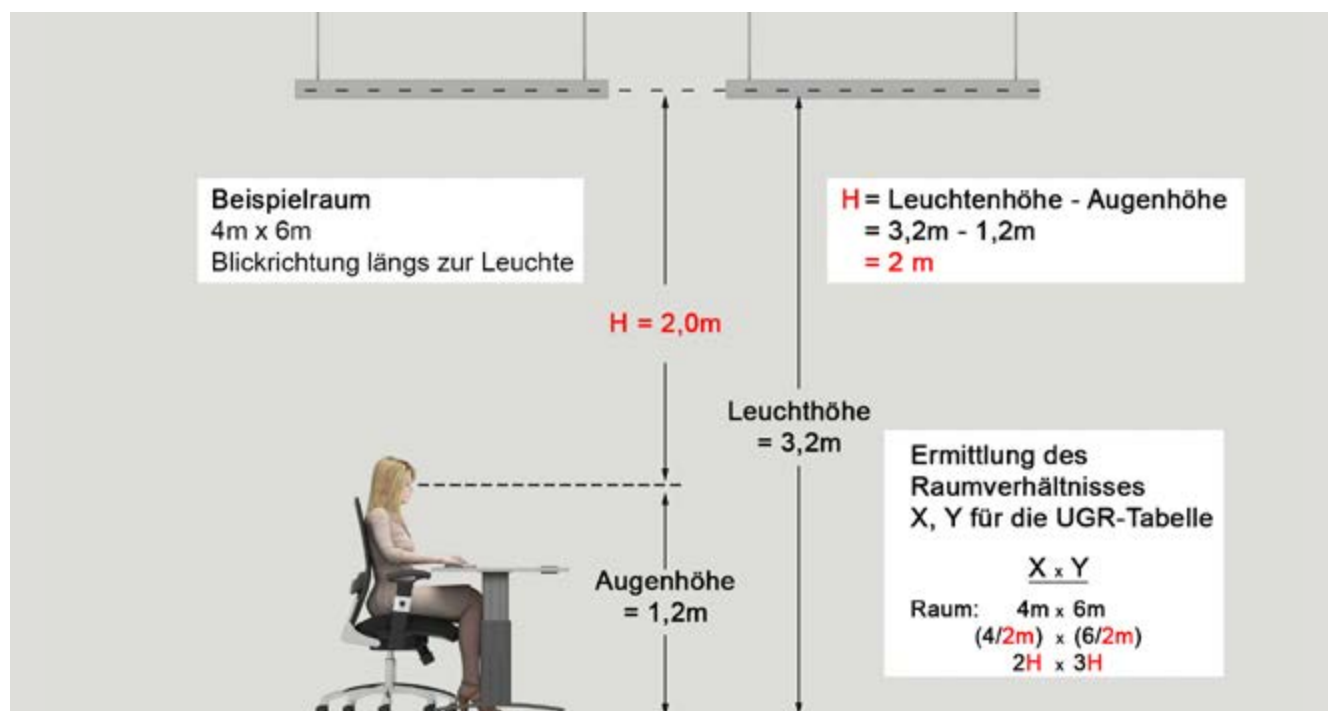


Abb.36 Schematische Darstellung wichtiger Bezugsgrößen zur Ermittlung des UGR-Wertes. [H] ist dabei der vertikale Abstand zwischen dem Auge des Betrachters und der Leuchtenebene.

UGR-Werte für Leuchtentyp: XXX							Hersteller: YYY				
		Reflexionsgrade									
Decke		0,70	0,70	0,50	0,50	0,30	0,70	0,70	0,50	0,50	0,30
Wände		0,50	0,30	0,50	0,30	0,30	0,50	0,30	0,50	0,30	0,30
Boden		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Abmessungen		Blickrichtung zur Leuchte (Lampenachse)									
X	Y	quer					längs				
2H	2H	16,4	18,0	16,8	18,3	18,6	17,7	19,0	17,7	19,2	19,5
	3H	16,3	17,7	16,6	18,0	18,3	17,2	18,6	17,6	19,0	19,3
	4H	16,2	17,5	16,6	17,9	18,2	17,2	18,5	17,5	18,8	19,2
	6H	16,2	17,4	16,6	17,7	18,1	17,1	18,3	17,5	18,7	19,0
	8H	16,2	17,3	16,6	17,6	18,0	17,1	18,2	17,5	18,6	18,9
	12H	16,1	17,2	16,5	17,5	17,9	17,1	18,1	17,5	18,5	18,9
4H	2H	16,4	17,7	16,8	18,1	18,4	17,3	18,6	17,6	18,9	19,2
	3H	16,3	17,4	16,7	17,7	18,1	17,1	18,2	17,5	18,6	19,0
	4H	16,2	17,2	16,7	17,6	18,0	17,1	18,0	17,5	18,4	18,8
	6H	16,1	17,0	16,6	17,4	17,8	17,0	17,8	17,4	18,2	18,6
	Referenz- raum 8H	16,1	16,8	16,5	17,3	17,7	16,9	17,7	17,4	18,1	18,6
	12H	16,1	16,7	16,5	17,2	17,6	16,9	17,5	17,4	18,0	18,5
8H	4H	16,1	16,8	16,5	17,3	17,7	16,9	17,7	17,4	18,1	18,6
	6H	16,0	16,6	16,5	17,1	17,6	16,9	17,4	17,3	17,9	18,4
	8H	16,0	16,5	16,5	17,0	17,5	16,8	17,3	17,3	17,8	18,3
	12H	15,9	16,3	16,4	16,8	16,4	16,7	17,2	17,2	17,7	18,2
12H	4H	16,1	16,7	16,5	17,2	17,6	16,9	17,5	17,4	18,0	18,5
	6H	16,0	16,5	16,5	17,0	17,5	16,8	17,3	17,3	17,8	18,3
	8H	15,1	16,3	16,4	16,8	16,4	16,7	17,2	17,2	17,7	18,2

Tabelle 7 Beispiel für die UGR -Tabelle einer Leuchte, wie sie vom Hersteller ausgewiesen werden. Der UGR-Wert ist für den Beispiel-Raum 2H x 3H und die Reflexionsgrade 0,70/ 0,50/ 0,20 mit Leuchtenanordnung längs zur Blickrichtung „gelb unterlegt“ gekennzeichnet und ergibt 17,2.

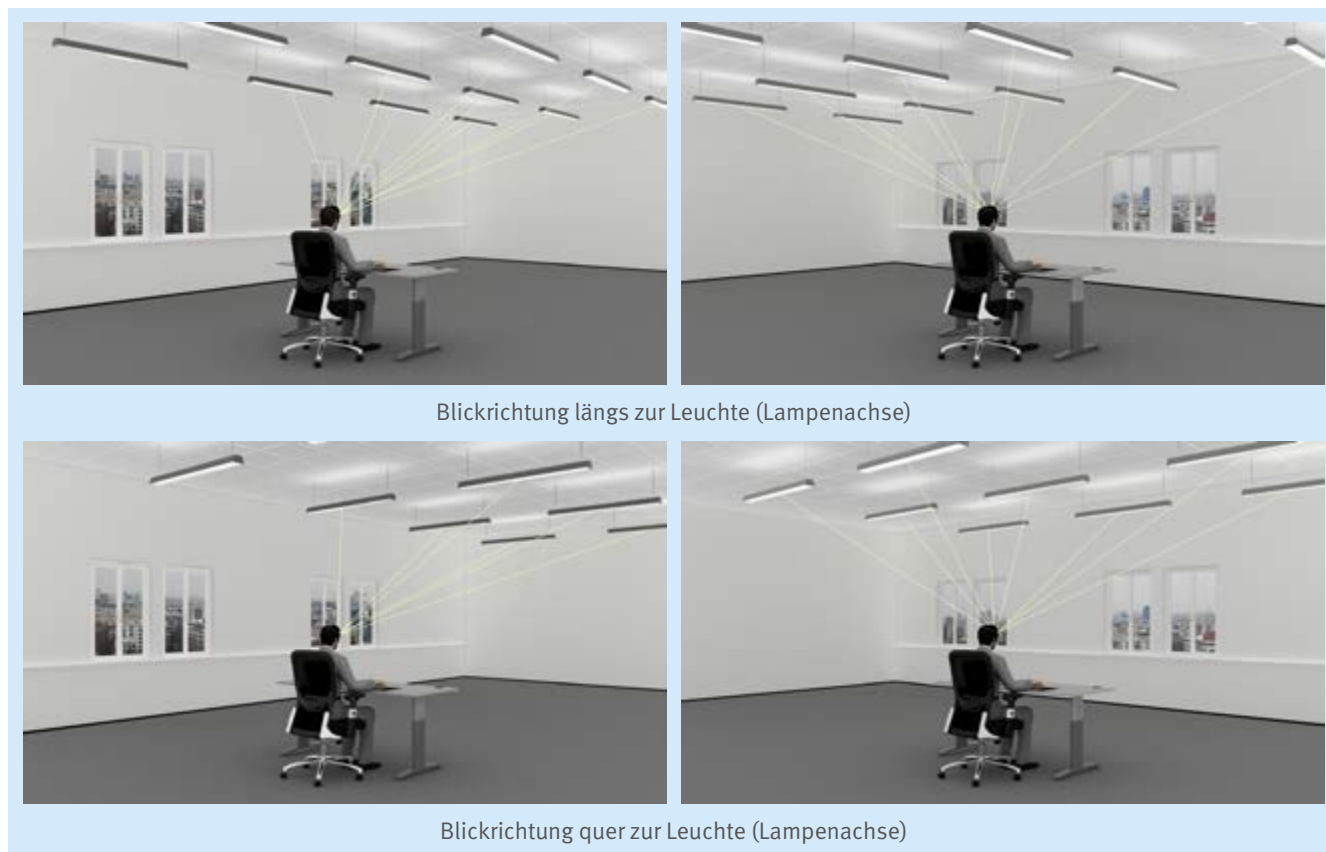


Abb. 37 Beleuchtungsanlagen mit gleichmäßiger Anordnung der Leuchten in einer horizontalen Ebene. Das UGR-Verfahren berücksichtigt die Blickrichtungen quer und längs zu den Leuchten (Lampenachse).

Anhang C

Anhänge aus ASR A3.4 Beleuchtung



ASR A3.4 Beleuchtung

Anhang 1

Beleuchtungsanforderungen für Arbeitsbereiche, Arbeitsplätze und Tätigkeiten

(Die im Anhang angegebenen Werte sind Beleuchtungsstärken auf der Bezugsfläche der Sehaufgabe, die horizontal, vertikal oder geneigt sein kann. Auf die Regelungen des Punktes 5.2 Abs. 1 für bestehende Beleuchtungseinrichtungen wird verwiesen.)

	Arbeitsräume, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index R_a	Bemerkungen
1 Verkehrswege				
1.1	Verkehrsflächen und Flure ohne Fahrzeugverkehr	50	40	In Hotels ist während der Nacht ein geringeres Niveau nach einer Gefährdungsbeurteilung zulässig.
1.1a	Verkehrsflächen und Flure ohne Fahrzeugverkehr im Bereich von Absätzen und Stufen	100	40	
1.2	Verkehrsflächen und Flure mit Fahrzeugverkehr	150	40	
1.3	Treppen, Fahrtreppen, Fahrsteige, Aufzüge	100	40	
1.4	Laderampen, Ladebereiche	150	40	
1.5	Begehbare Unterflurtunnel, Zwischenböden und für Wartungszwecke, z. B. Stetigförderer, Wartungsgänge	50	40	
1.6	Halleneinfahrten Tagesbetrieb (Übergangsbereich im Gebäude) Nachtbetrieb (Übergangsbereich vor dem Gebäude)	400 50	40 40	
2 Lager				
2.1	Versand- und Verpackungsbereiche	300	60	
2.2	Lagerräume für gleichartiges oder großteiliges Lagergut	50	60	
2.3	Lagerräume mit Suchaufgabe bei nicht gleichartigem Lagergut	100	60	
2.4	Lagerräume mit Leseaufgaben	200	60	
3 Allgemeine Bereiche, Tätigkeiten und Aufgaben				
3.1	Kantinen, Teeküchen, SB-Restaurants	200	80	
3.2	Pausenräume, Warteräume, Aufenthaltsräume	200	80	
3.3	Räume für körperliche Ausgleichsübungen (Sport-, Fitnessräume, Sporthallen)	300	80	
3.4	Waschräume, Bäder, Toiletten, Umkleieräume	200	80	
3.5	Erste Hilfe Räume	500	90	$\bar{E}_v \geq 175 \text{ lx}$
3.6	Haustechnische Anlagen, Schaltgeräte Räume	200	60	
3.7	Steuerwarten, Kontrollräume, Schaltwarten	500	80	Bei Sehaufgaben außerhalb der Warte muss die Beleuchtungsstärke in der Warte ggf. anpassbar sein $\bar{E}_v \geq 175 \text{ lx}$
3.8	Farbprüfung, Kontrolle	1000	90	

	Arbeitsräume, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index R_a	Bemerkungen
3.9	Laboratorien, Messplätze	500	80	$\bar{E}_v \geq 175 \text{ lx}$
3.10	Küchen	500	80	
3.11	Eingangshallen	200	80	
3.12	Empfangstheke, Schalter, Portiertheke	300	80	
4 Büros und büroähnliche Arbeitsbereiche				
4.1	Ablegen, Kopieren	300	80	
4.2	Schreiben, Lesen, Datenverarbeitung	500	80	$\bar{E}_v \geq 175 \text{ lx}$
4.3	Technisches Zeichnen (Handzeichnen)	750	80	
4.4	Archive	200	80	
5 Landwirtschaft				
5.1	Beschicken und Bedienen von Fördereinrichtungen und Maschinen	200	80	
5.2	Behandlungsstände für Tiere	200	80	
5.3	Melkstände	200	80	
6 Bäckereien				
6.1	Vorbereitungs- und Backräume	300	80	
6.2	Endbearbeitung, Glasieren, Dekorieren	500	80	
7 Zement-, Beton- und Ziegelindustrie				
7.1	Trocknen	50	40	
7.2	Materialaufbereitung, Arbeiten an Öfen und Mischern	200	40	
7.3	Allgemeine Maschinenarbeiten, Grobformen	300	80	
8 Keramik, Fliesen, Glas, Glaswaren, Augenoptiker				
8.1	Trocknen	50	40	
8.2	Materialaufbereitung, allgemeine Maschinenarbeiten	300	80	
8.3	Emaillieren, Walzen, Pressen, Formen einfacher Teile, Glasieren, Glasblasen	300	80	
8.4	Schleifen, Gravieren, Polieren von Glas, Formen kleiner Teile, Herstellung von Glasinstrumenten	750	80	
8.5	Feine Arbeiten, z. B. Schleifen von Verzierungen (Dekorationsschleifen), Handmalerei	1000	90	
8.6	Augenoptikerwerkstattplatz	1500	90	
9 Chemische Industrie, Kunststoff- und Gummiindustrie				
9.1	Verfahrenstechnische Anlagen mit Fernbedienung	50	40	
9.2	Verfahrenstechnische Anlagen mit gelegentlichen manuellen Eingriffen	150	40	

	Arbeitsräume, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index R_a	Bemerkungen
9.3	Arbeitsplätze in verfahrenstechnischen Anlagen	300	80	
9.4	Arzneimittelherstellung	500	80	
9.5	Reifenproduktion	500	80	
9.6	Zuschneiden, Nachbearbeiten, Kontrollarbeiten	750	80	
10 Elektro-Industrie				
10.1	Kabel- und Drahtherstellung	300	80	
10.2	Imprägnieren von Spulen, Galvanisieren	300	80	
10.3	Montagearbeiten, Wickeln – grobe, z. B. große Transformatoren – mittelfeine, z. B. Schalttafeln – feine, z. B. Telefone – sehr feine, z. B. Messinstrumente	300 500 750 1000	80 80 80 80	
10.4	Elektronikwerkstätten, Prüfen, Justieren	1500	80	
11 Nahrungs- und Genussmittelindustrie				
11.1	Arbeitsplätze und -zonen in – Brauereien, auf Malzböden, – zum Waschen, zum Abfüllen in Fässern, zur Reinigung, zum Sieben, zum Schälen, – zum Kochen in Konserven- und Schokoladenfabriken, – Arbeitsplätze und -zonen in Zuckerfabriken, – zum Trocknen und Fermentieren von Rohrtabak, Gärkeller	200	80	
11.2	Schneiden, Sortieren; Waschen; Mahlen, Mischen und Abpacken von Produkten	300	80	
11.3	Arbeitsplätze und kritische Zonen in Schlachthöfen, Metzgereien, Molkereien, Mühlen,	500	80	
11.4	Herstellung von Feinkost-Nahrungsmitteln, Herstellung von Zigarren und Zigaretten	500	80	
11.5	Kontrolle von Gläsern und Flaschen, Produktkontrolle, Garnieren, Sortieren, Dekorieren	500	80	
12 Friseure/Coiffeure				
12.1	Haarpflege	500	90	$\ddot{E}_v \geq 175 \text{ lx}$
13 Schmuck- und Uhrenherstellung				
13.1	Bearbeitung von Edelsteinen	1500	90	
13.2	Herstellung von Schmuckwaren	1000	90	
13.3	Uhrenmacherei (Handarbeit)	1500	80	
13.4	Uhrenherstellung (automatisch)	500	80	
14 Wäschereien und chemische Reinigung				
14.1	Wareneingang, Auszeichnen und Sortieren, Waschen und chemische Reinigung, Bügeln und Pressen	300	80	

	Arbeitsräume, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index R _a	Bemerkungen
14.2	Kontrolle und Ausbessern	750	80	
15 Leder und Lederwaren				
15.1	Arbeiten an Bottichen, Fässern, Gruben	200	40	
15.2	Schaben, Spalten, Schleifen, Walken der Häute	300	80	
15.3	Sattlerarbeiten, Schuhherstellung: Steppen, Nähen, Polieren, Pressen, Zuschneiden, Stanzen, Lederfärben (maschinell)	500	80	
15.4	Sortieren	500	90	
15.5	Qualitätskontrolle	1000	80	
15.6	Schuhmacherei (Handarbeit), Handschuhherstellung	500	80	
16 Metallbe- und -verarbeitung, Gießereien und Metallguss				
16.1	Sandaufbereitung, Gussputzerei, Gieß- und Schmelzhalten, Ausleerstellen, Maschinenformerei	200	60	300 lx beim Gussputzen kleiner oder filigraner Teile
16.2	Hand- und Kernformerei, Druckgießerei	300	60	
16.3	Modellbau	500	80	
16.4	Freiformschmieden	200	60	
16.5	Gesenkschmieden	200	60	
16.6	Schweißen	300	60	
16.7	Grobe und mittlere Maschinenarbeiten: Toleranzen $\geq 0,1$ mm	300	60	
16.8	Feine Maschinenarbeiten, Schleifen: Toleranzen $< 0,1$ mm	500	60	
16.9	Anreißen, Kontrolle	750	60	
16.10	Draht- und Rohrzieherei, Kaltverformung	300	60	
16.11	Verarbeitung von schweren Blechen: Dicke ≥ 5 mm	200	60	
16.12	Verarbeitung von leichten Blechen: Dicke < 5 mm	300	60	
16.13	Herstellung von Werkzeugen und Schneidwaren	750	60	
16.14	Montagearbeiten: – grobe – mittelfeine – feine – sehr feine	200 300 500 750	80 80 80 80	
16.15	Galvanisieren	300	80	
16.16	Oberflächenbearbeitung und Lackierung	750	80	
16.17	Werkzeug-, Lehren- und Vorrichtungsbau, Präzisions- und Mikromechanik	1000	80	
16.18	Kfz-Werkstätten und Kfz-Prüfstellen	300	80	

	Arbeitsräume, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index R _a	Bemerkungen
17 Papier und Papierwaren				
17.1	Arbeiten an Holländern, Kollergängen, Holzschleiferei	200	80	
17.2	Papierherstellung und -verarbeitung, Papier- und Wellpappmaschinen, Kartonagenfabrikation	300	80	
17.3	Allgemeine Buchbinderarbeiten, z. B. Falten, Sortieren, Leimen, Schneiden, Prägen, Nähen	500	80	
18 Kraftwerke				
18.1	Kraftstoff-Versorgungsanlagen	50	40	
18.2	Kesselhäuser	100	40	
18.3	Maschinenhallen	200	80	
18.4	Nebenträume, z. B. Pumpenträume, Kondensatorräume usw.; Schaltanlagen (in Gebäuden)	200	60	
18.5	Außen-Schaltanlagen	20	40	
19 Druckereien				
19.1	Zuschneiden, Vergolden, Prägen, Ätzen von Klischees, Arbeiten an Steinen und Platten, Druckmaschinen, Matrizenherstellung	500	80	
19.2	Papiersortierung und Handdruck	500	80	
19.3	Typensatz, Retusche, Lithographie	1000	80	
19.4	Farbkontrolle bei Mehrfarbendruck	1500	90	
19.5	Stahl- und Kupferstich	2000	80	
20 Walz-, Hütten- und Stahlwerke				
20.1	Produktionsanlagen ohne manuelle Eingriffe	50	40	
20.2	Produktionsanlagen mit manuellen Eingriffen	200	40	
20.3	Haspel, Scheren-/Trennstrecken der Walzstraße	300	40	
21 Textilherstellung und -verarbeitung				
21.1	Arbeitsplätze und -zonen an Bädern, Ballen aufbrechen	200	60	
21.2	Krempeln, Waschen, Bügeln, Arbeiten am Reißwolf, Strecken, Kämmen, Schlichten, Kartenschlagen, Vorspinnen, Jute- und Hanfspinnen	300	80	
21.3	Nähen, Feinstricken, Maschenaufnehmen	750	80	
21.4	Entwerfen, Musterzeichnen	750	90	
21.5	Trocknungsraum	100	60	
21.6	Automatisches Stoffdrucken, Hutherstellung, Zurichten, Färben, Spinnen, Zwirnen, Spulen, Winden, Zetteln, Weben, Flechten, Stricken	500	80	
21.7	Noppen, Ketteln, Putzen	1000	80	

	Arbeitsräume, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index R_a	Bemerkungen
21.8	Kunststopfen	1500	90	
22 Automobilbau				
22.1	Karosseriebau und Montage	500	80	
22.2	Lackieren, Spritzkabinen, Schleifkabinen	750	80	
22.3	Lackieren: Ausbessern, Inspektion	1000	90	
22.4	Polsterei	1000	80	
22.5	Endkontrolle, Oberflächenkontrolle	1000	80	
23 Holzbe- und -verarbeitung				
23.1	Automatische Bearbeitung, z. B. Trocknung, Schichtholzherstellung	50	40	
23.2	Dämpfgruben	100	40	
23.3	Sägegatter	200	60	
23.4	Arbeiten an der Hobelbank, Leimen, Zusammenbau	300	80	
23.5	Schleifen, Lackieren, Tischlerei	750	80	
23.6	Arbeiten an Holzbearbeitungsmaschinen, z. B. Drechseln, Kehlen, Abrichten, Fugen, Schneiden, Sägen, Fräsen, Hobeln	500	80	
23.7	Auswahl von Furnierhölzern, Holzeinlegearbeiten	750	90	
23.8	Qualitätskontrolle	1000	90	
24 Verkaufsräume				
24.1	Verkaufsbereich	300	80	
24.2	Kassenbereich, Paktisch	500	80	
25 Messen und Ausstellungshallen				
25.1	Allgemeinbeleuchtung	300	80	
26 Büchereien, Bibliotheken				
26.1	Bücherregale	200*	80	*Vertikale Beleuchtungsstärke
26.2	Lesebereiche	500	80	
27 Ausbildungsstätten, Kindergärten, Vorschulen				
27.1	Spielzimmer, Krippenräume, Bastelräume (Handarbeitsräume)	300	80	Eine steuerbare Beleuchtung wird empfohlen (z. B. dimmbar). $\bar{E}_v \geq 100 \text{ lx}$
27.2	Unterrichtsräume – in Grund- und weiterführenden Schulen	300	80	$\bar{E}_v \geq 100 \text{ lx}$
27.3	Hörsäle	500	80	

	Arbeitsräume, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index R_a	Bemerkungen
27.4	Wandtafel, Demonstrationstisch	500*	80	*Vertikal
27.5	Computerübungsräume, Sprachlabore, Musikübungsräume	300	80	
27.6	Fachunterrichtsräume: naturwissenschaftlicher und technischer Unterricht, Werken und textiles Gestalten, Lehrwerkstätten, Handarbeitsräume, Zeichensäle	500	80	$\ddot{E}_v \geq 175 \text{ lx}$
28 Gesundheitseinrichtungen				
28.1	Flure: während des Tages	200	80	Zur Durchführung der medizinischen Behandlung können höhere Werte erforderlich sein.
28.2	Flure: während der Nacht	50	80	
28.3	Allgemeinbeleuchtung ohne regelmäßigen Aufenthalt von Beschäftigten	200	80	
28.4	Nachtbeleuchtung, Übersichtsbeleuchtung in nicht regelmäßig begangenen Bereichen	5	80	
28.5	risikoarme medizinische oder pflegerische Tätigkeiten ohne Kontakt zu Körperflüssigkeiten, Körperausscheidungen oder kontaminierten Gegenständen	300	90	
28.6	Arbeitsbereiche für medizinische oder pflegerische Tätigkeiten mit erhöhtem Gefährdungspotential durch Umgang mit <ul style="list-style-type: none"> - Körperflüssigkeiten, Körperausscheidungen oder kontaminierten Gegenständen oder - mit spitzen, scharfen, sich bewegenden oder heißen Instrumenten 	500	90	
28.7	Teilfläche für medizinische oder pflegerische Tätigkeiten mit erhöhtem Gefährdungspotential durch Umgang mit <ul style="list-style-type: none"> - Körperflüssigkeiten, Körperausscheidungen oder kontaminierten Gegenständen oder - mit spitzen, scharfen, sich bewegenden oder heißen Instrumenten 	1000	90	
28.8	Überwachung von Patienten in der Nacht	50	90	
28.9	Bildgebende Diagnostik mit Bildverstärkern und Fernsehsystemen	50	80	
28.10	Medizinische Bäder	300	80	
28.11	Massage und Strahlentherapie	300	80	
28.12	Instrumentenaufbereitung	500	80	
28.13	Laboratorien für den Gesundheitsdienst	500	90	
28.14	Dienstzimmer	500	80	



Anhang 2

Beleuchtungsanforderungen für Arbeitsbereiche, Arbeitsplätze und Tätigkeiten im Freien

(Die im Anhang angegebenen Werte sind Beleuchtungsstärken auf der Bezugsfläche der Sehaufgabe, die horizontal, vertikal oder geneigt sein kann. Auf die Regelungen des Punktes 5.2 Abs. 1 für bestehende Beleuchtungseinrichtungen wird verwiesen.)

	Arbeitsbereiche, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index R_a	Bemerkungen
1 Verkehrswege				
1.1	Toranlagen	50	25	
1.2	Fußwege	5	25	
1.3	Werkstraßen mit Be- und Entladezone oder mit starkem Querverkehr und mit Geschwindigkeitsbegrenzung max. 30 km/h	10	25	
1.4	Werkstraßen mit Be- und Entladezone oder mit starkem Querverkehr und mit Geschwindigkeitsbegrenzung max. 50 km/h	20	25	
2 Parkplätze				
2.1	Betriebliche Parkplätze	10	25	
3 Häfen				
3.1	Kaianlagen, Kaikante	5	25	
3.2	Verladen von Massengut (Schüttgut, Flüssigkeit)	10	25	
3.3	Lager für Massengut	10	25	
3.4	Verladen von Stückgut	20	25	
3.5	Lager für Stückgut	20	25	
3.6	Container-Umschlagflächen, Stellflächen und Verkehrszonen	20	25	
3.7	Be- und Entladen von Containern	100	25	
3.8	Anlegestellen für Personenverkehr	30	25	
3.9	Anlegestellen für gemischten Verkehr	50	25	
3.10	Docks	50	60	
4 Umschlagflächen, Verladestellen, Lagerflächen				
4.1	Lagerflächen Massengut	10	25	
4.2	Umschlagflächen, Verladestellen	30	25	
4.3	Lagerflächen Stückgut	30	25	
5 Gleisanlagen, Bahnbereiche				
5.1	Tätigkeiten im Gleisbereich, Rangieren, Verkehrswege in Bahnanlagen bei Eisenbahnen	10	25	
5.2	Gleisbauarbeiten	50	25	

	Arbeitsbereiche, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index R_a	Bemerkungen
5.3	Bahnüberwege	20	25	
5.4	Laderampen	150	40	
5.5	Umschlagbereiche	30	25	
6 Chemische Großanlagen				
6.1	Einfache Arbeiten, Betätigung von Ventilen, Motoren, Brennern	20	25	
6.2	Be- und Entladebereiche	50	60	
7 Kraftwerke				
7.1	Verkehrszone Herkömmliche Kraftwerke	10	60	
7.2	Verkehrszone Kernkraftwerke	20	60	
7.3	Schaltanlagen	20	25	
8 Tagebau				
8.1	Orientierungsbeleuchtung	3	60	
8.2	Zusatzbeleuchtung im Arbeitsbereich	20	60	
9 Kläranlagen				
9.1	Wege	5	25	
9.2	Gebrauch von Werkzeugen, Bedienung handgesteuerter Ventile, In- und Außerbetriebsetzen von Motoren, mechanische Wasseraufbereitungsanlagen, z. B. Rechen	50	20	
9.3	Chemische Wasseraufbereitungsanlagen, Undichtigkeitsprüfungen, allgemeine Wartungsarbeiten, Instrumentenablesung	100	40	
9.4	Reparaturarbeiten an Motoren und elektrischen Einrichtungen	200	60	
10 Tankstellen				
10.1	Tankstellen	100	60	
11 Flughäfen				
11.1	Vorfeld allgemein	20	25	
11.2	Umschlagsbereiche im Vorfeld	30	25	



ASR A3.4 Beleuchtung

Ausgewählte Literaturhinweise:

- BGI 856 *Beleuchtung im Büro; Hilfen für die Planung von Beleuchtungsanlagen von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen*, März 2005
- BGI 7007 *Tageslicht am Arbeitsplatz – leistungsfördernd und gesund*, Februar 2009

Ergänzende Literaturhinweise

- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179) zuletzt geändert durch Artikel 282 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474)
- ASR A3.4 „Beleuchtung“, Ausgabe: April 2011 (zuletzt geändert GMBI 2014, S. 287)
- ASR A3.5 „Raumtemperatur“, Ausgabe: Juni 2010 (zuletzt geändert GMBI 2014, S. 287)
- DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz“ (bisher BGI/GUV-I 7007)
- DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze“ (bisher BGI/GUV-I 650)
- DGUV Informationen 215-442 „Beleuchtung im Büro“ (bisher BGI 826)
- DGUV Informationen 215-444 „Sonnenschutz im Büro“ (bisher BGI 827)
- DGUV Grundsatz 315-201 „Anforderungen an die Ausbildung von fachkundigen Personen für die Überprüfung und Beurteilung der Beleuchtung von Arbeitsstätten“
- DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“, Ausgabe August 2011
- DIN EN 12464-2 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien“, Ausgabe Oktober 2007
- DIN 5035-6 „Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 6: Messung und Bewertung“

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de