

# Beleuchtung von Arbeitsstätten – Stand der Regelsetzung

B. Görner

**Forschung  
Projekt F 1988**

**Forschung  
Projekt F 1988**

B. Görner

**Beleuchtung von Arbeitsstätten  
– Stand der Regelung**

Dortmund/Berlin/Dresden 2008

Diese Veröffentlichung ist der Abschlussbericht zum Projekt „Beleuchtung von Arbeitsstätten - Stand der Regelsetzung“ - Projekt F 1988 - der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Autor: Dipl.-Chem. Bettina Görner  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
Gruppe 2.4 „Arbeitsstätten“  
Proschhübelstr. 8, 01099 Dresden

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund  
Telefon: 0231 9071-0  
Telefax: 0231 9071-2454  
E-Mail: [poststelle@buaa.bund.de](mailto:poststelle@buaa.bund.de)  
Internet: [www.buaa.de](http://www.buaa.de)

Berlin:  
Nöldnerstr. 40-42, 10317 Berlin  
Telefon: 030 51548-0  
Telefax: 030 51548-4170

Dresden:  
Proschhübelstr. 8, 01099 Dresden  
Telefon: 0351 5639-50  
Telefax: 0351 5639-5210

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe  
und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Einleitung	4
2	Regelungen zur Beleuchtung	6
2.1	Staatliche Vorschriften und Regelungen	6
2.1.1	Arbeitsstättenrecht	6
2.1.2	Tangierende Rechtsbereiche	7
2.2	Regelungen der Unfallversicherungsträger	8
2.3	Normung	9
2.4	Rechtssituation	9
2.5	Informationsquellen für die Praxis	10
3	Gütemerkmale der Beleuchtung	12
3.1	Beleuchtungsstärke	13
3.2	Leuchtdichtevertelung	16
3.2.1	Örtliche Gleichmäßigkeit	16
3.2.2	Reflexionsgrade	18
3.3	Begrenzung der Blendung	19
3.4	Körperwiedergabe (Lichtrichtung und Schattigkeit)	20
3.5	Lichtfarbe und Farbwiedergabe	21
3.6	Zeitliche Gleichmäßigkeit (Flimmerfreiheit)	23
4	Möglichkeiten zur Beleuchtung	24
4.1	Beleuchtung mit Tageslicht	25
4.1.1	Tageslichtversorgung	25
4.1.2	Tageslichtquotient	27
4.1.3	Sonnenschutzmaßnahmen	28
4.1.4	Sichtverbindung nach außen	29
4.2	Künstliche Beleuchtung	29
4.2.1	Beleuchtungskonzepte	29
4.2.2	Beleuchtungsart	30
4.2.3	Gestaltungshinweise	31
4.3	Sicherheitsbeleuchtung	33
5	Unfallgefährdungen, Gesundheitsgefährdungen	35
6	Gesundheitliche Aspekte des Tageslichteinflusses	37
7	Zusammenfassung	38
8	Quellenverzeichnis	39
	Verzeichnis der Tabellen	47
	Verzeichnis der Abbildungen	47

# 1 Einleitung

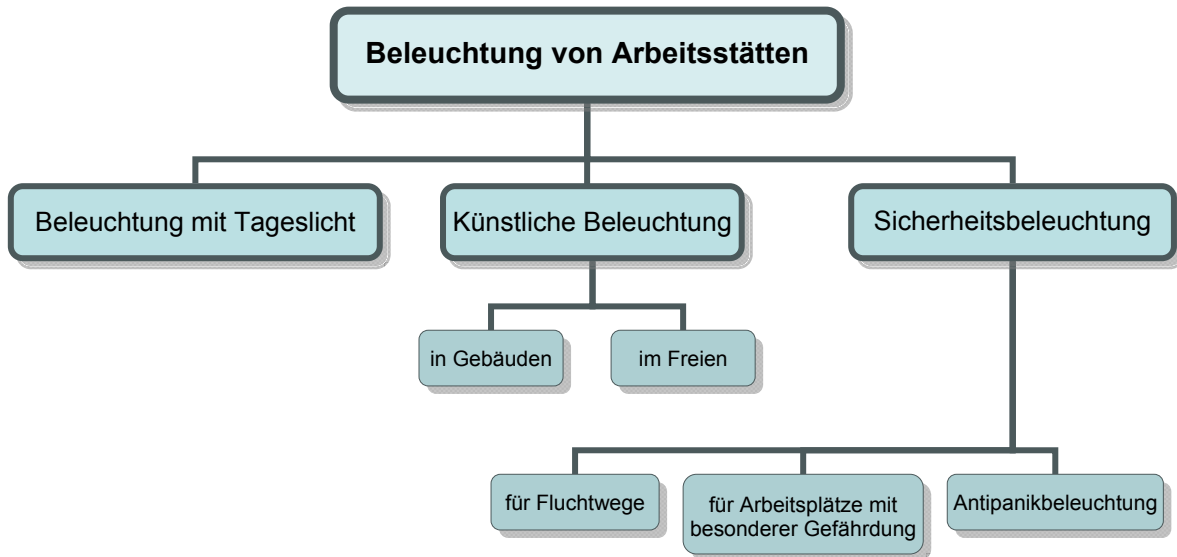
Aufgabe einer ausreichenden Beleuchtung von Arbeitsstätten ist es, die mit der Tätigkeit verbundene Sehaufgabe zu ermöglichen sowie Unfall- und Gesundheitsgefährdungen zu vermeiden. Die Einflussfaktoren seitens der Beleuchtung auf den Menschen sind sehr vielfältig.

Eine geeignete und angemessene Beleuchtung trägt dazu bei, die Arbeitsaufgabe effektiv und effizient zu bewältigen. Sie soll Unfälle vermeiden und den Sehvorgang verbessern sowie zu starke Beanspruchungen der Augen vermeiden. Eine gute Beleuchtung trägt auch dazu bei, Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden der Beschäftigten zu fördern. Damit wird eine positive Wirkung auf die Gesundheit, Arbeitsleistung und Zufriedenheit der Beschäftigten erreicht. Dies trägt auch nachhaltig zu einer neuen Qualität der Arbeit bei.

Ziel des vorliegenden Berichtes ist es, den Stand gesetzlicher Regelungen sowie der Normung im Bereich der Beleuchtung von Arbeitsstätten und die darin dargestellten Anforderungen zusammenzustellen.

In diesem Bericht werden nur die Regelungen zur Beleuchtung betrachtet, die für das Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten wesentlich sind. Maschinenintegrierte Beleuchtung sowie Anforderungen der Ergonomie im Zusammenhang mit Beleuchtung werden nicht betrachtet.

Die Beleuchtung von Arbeitsstätten kann nach unterschiedlichen Gesichtspunkten betrachtet werden. Zweckmäßig und in der Praxis am meisten angewendet ist die Unterteilung des Fachgebietes Beleuchtung in die zwei Hauptgruppen Beleuchtung mit natürlichem Licht (Tageslicht) und Beleuchtung mit künstlichem Licht. Des Weiteren ist es möglich, die Beleuchtung nach Beleuchtung in Gebäuden (Innenräumen) und nach Beleuchtung im Freien zu unterscheiden. Dabei kommt der Tageslichtnutzung für die Beleuchtung in Gebäuden eine besondere Bedeutung zu. Im Freien steht in der Regel Tageslicht immer zur Verfügung und künstliche Beleuchtung wird nur zusätzlich bei nicht ausreichendem bzw. keinem Tageslicht verwendet. Spezifische Gebiete der Beleuchtung, z. B. die Sicherheitsbeleuchtung werden separat betrachtet.



**Abb. 1.1** Einteilung der Beleuchtung

Die natürliche Beleuchtung ist an das Vorhandensein von Tageslicht geknüpft. Künstliche Beleuchtung wird erforderlich, wenn aus produktionstechnischen, tages- und jahreszeitlichen Gründen kein oder nicht ausreichend Tageslicht zur Verfügung steht bzw. wenn eine konstante Beleuchtung erforderlich ist.

Für den Unfall- und Gesundheitsschutz der Beschäftigten ist eine ausreichende Beleuchtung von Bedeutung, in speziellen Fällen ergänzend eine Sicherheitsbeleuchtung. Dabei ist die Sicherheitsbeleuchtung ein Teil der Notbeleuchtung. Zusätzlich zur Sicherheitsbeleuchtung können Sicherheitsleitsysteme angebracht werden, z. B. bei Vorliegen einer erhöhten Gefährdung.

## 2 Regelungen zur Beleuchtung

Zum Fachgebiet der Beleuchtung gibt es gesetzliche Regelungen, Regelungen der Unfallversicherungsträger, nationale und europäische Normen. Auf internationale Normen wird hier nicht eingegangen.

Die **Arbeitsstättenrichtlinie** der Europäischen Union (EU) RL 89/654/EWG umgesetzt durch die **Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)** 2004 in nationales Recht, enthält für die Beleuchtung und weitere Umgebungsbedingungen, wie z. B. Klima, Lärm, Lüftung, Mindestanforderungen bzw. zu erreichende Schutzziele.

Die grundsätzlichen Pflichten des Arbeitsschutzrechtes für Arbeitgeber und Beschäftigte beinhaltet das **Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)**. Da sich aus der Gestaltung und der Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes Gefährdungen ergeben können, ist der Arbeitgeber nach § 4 ArbSchG verpflichtet, die Arbeit so zu gestalten, dass eine Gefährdung für Leben und Gesundheit möglichst vermieden wird und verbleibende Gefährdungen gering gehalten werden. Der Arbeitgeber hat nach § 5 ArbSchG die Arbeitsbedingungen zu beurteilen, dazu die mit der Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln und erforderliche Arbeitsschutzmaßnahmen festzulegen.

Zitat:

„§ 5 (3) Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch  
1. die Gestaltung und Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes ...“

### 2.1 Staatliche Vorschriften und Regelungen

#### 2.1.1 Arbeitsstättenrecht

Zur Vorbeugung bzw. Vermeidung von Unfallgefahren werden an die Beleuchtung Mindestanforderungen gestellt, die in der **Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)** im § 4 Abs. 3 sowie im Anhang unter der Nr. 3.4 (1 - 3), Nr. 3.5 (2) und Nr. 2.3 (1) verankert sind. Danach müssen Arbeitsstätten möglichst ausreichend Tageslicht erhalten und mit Einrichtungen für eine der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Beschäftigten angemessenen künstlichen Beleuchtung ausgestattet sein. Die Beleuchtungsanlagen sind so auszuwählen und anzuordnen, dass sich dadurch keine Unfall- oder Gesundheitsgefahren ergeben können. Des Weiteren müssen Arbeitsstätten, in denen die Beschäftigten bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung Unfallgefahren ausgesetzt sind, eine ausreichende Sicherheitsbeleuchtung haben, wobei sich die Notwendigkeit einer Sicherheitsbeleuchtung aus der Gefährdungsbeurteilung ergibt. Im Anhang Nr. 3.5 (2) der ArbStättV werden weiterhin zur Vermeidung von Blendungen für Fenster, Oberlichter und Glaswände je nach Art der Arbeitsstätte Abschirmungen gegen übermäßige Sonneneinstrahlung gefordert.

Diese grundlegenden Anforderungen sollen durch **Arbeitsstättenregeln (ASR)** unteretzt werden. Dazu wird derzeit vom ASTA eine ASR A3.4 „Beleuchtung“ erarbeitet.

Gegenwärtig existieren als Orientierung für die Praxis die auf der Grundlage der alten Arbeitsstättenverordnung von 1975 bekanntgemachten **Arbeitsstätten-Richtlinien** (zu deren rechtlichen Wertigkeit siehe Punkt 2.4):

- ASR 7/3 „Künstliche Beleuchtung“,
- ASR 7/4 „Sicherheitsbeleuchtung“ und
- ASR 41/3 „Künstliche Beleuchtung für Arbeitsplätze und Verkehrswege im Freien“.

Die ASR 7/1 „Sichtverbindung nach außen“ hat keinen Bezug mehr zur neuen Arbeitsstättenverordnung und muss somit nicht mehr berücksichtigt werden. Sie kann aber weiterhin als Planungshilfe herangezogen werden, wenn Sichtverbindungen nach außen eingerichtet werden sollen. Das wird aus arbeitsphysiologischer Sicht vom Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) in der LV 40 empfohlen.

Seit April 2005 steht der Praxis zur Beleuchtung von Arbeitsstätten die Handlungshilfe LV 41 des LASI zur Verfügung, die die Beleuchtung aller Bereiche von Arbeitsstätten beinhaltet.

### 2.1.2 Tangierende Rechtsbereiche

Eine ausreichende Beleuchtung ist von baulichen Gegebenheiten abhängig, z. B. Fassadengestaltung, Raum- und Fenstergröße. Diese werden über das **Bauordnungsrecht** der Länder geregelt und müssen beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten berücksichtigt werden. Durch die Anwendung und Auslegung des Arbeitsstättenrechtes dürfen keine Widersprüche zum Bauordnungsrecht auftreten.

Darüber hinaus gibt es noch spezifische Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten, die im vorliegenden Bericht nicht näher betrachtet werden. Beispielsweise sind ca. 50 % der Arbeitsplätze in Deutschland Büroarbeitsplätze, die meist als Bildschirmarbeitsplätze ausgestattet sind. Für diese Arbeitsplätze sind Anforderungen der **Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)** zu berücksichtigen. Gerade an diesen Arbeitsplätzen kommt es häufig zu Blendungserscheinungen, hervorgerufen durch Direkt- und Reflexblendung. Im Anhang der BildscharbV werden in den Punkten 15. und 16. folgende Anforderungen zum Blend- bzw. Sonnenschutz aufgeführt:

Zitat:

- „15. Die Beleuchtung muss der Art der Sehaufgabe entsprechen und an das Sehvermögen der Benutzer angepasst sein; dabei ist ein angemessener Kontrast zwischen Bildschirm und Arbeitsumgebung zu gewährleisten. Durch die Gestaltung des Bildschirmarbeitsplatzes sowie Auslegung und Anordnung der Beleuchtung sind störende Blendwirkungen, Reflexionen oder Spiegelungen auf dem Bildschirm und den sonstigen Arbeitsmitteln zu vermeiden.
16. Bildschirmarbeitsplätze sind so einzurichten, dass leuchtende oder beleuchtete Flächen keine Blendung verursachen und Reflexionen auf dem Bildschirm soweit wie möglich vermieden werden. Die Fenster müssen mit einer geeigneten verstellbaren Lichtschutzvorrichtung ausgestattet sein, durch die sich die Stärke des Tageslichteinfalls auf den Bildschirmarbeitsplatz vermindern lässt.“



Arbeitsmittel sind ein Bestandteil der Arbeitsstätte. Deren Beleuchtung gehört zum Regelungsbereich der **Maschinenrichtlinie** RL 98/37/EG der EU. Im Anhang dieser Richtlinie werden unter Nr. 1.1.4. folgende Anforderungen an die Beleuchtung von Maschinen genannt:

Zitat:

„Die Maschine ist vom Hersteller mit einer den Arbeitsgängen entsprechenden Beleuchtung auszustatten, falls das Fehlen einer solchen Beleuchtung trotz normaler Raumbeleuchtung ein Risiko verursachen kann.

Der Hersteller muss darauf achten, dass es weder einen störenden Schattenbereich noch störende Blendung oder einen gefährlichen stroboskopischen Effekt aufgrund der vom Hersteller gelieferten Beleuchtung gibt.

Falls bestimmte innenliegende Einrichtungen häufig geprüft werden müssen, müssen sie mit geeigneter Beleuchtung versehen sein. Das gleiche gilt für die Rüst- und Wartungsbereiche.“

## 2.2 Regelungen der Unfallversicherungsträger

Im Rahmen des Regelwerkes der Unfallversicherungsträger gibt es mehrere BG-Regeln (*BGR*), die sich auf die Beleuchtung beziehen, z. B.

- BGR 131 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ (Teil 1 und 2) und
- BGR 216 „Sicherheitsleitsysteme (einschließlich Sicherheitsbeleuchtung).

Diese Regeln enthalten eine Zusammenstellung von Inhalten aus staatlichen Arbeitsvorschriften, BG-Vorschriften, technischen Spezifikationen oder berufsgenossenschaftlichem Erfahrungsgut.

Die Schriftenreihe Prävention der gesetzlichen Unfallversicherung bietet detaillierte Anforderungen für die Planung der Beleuchtung bei Büro- und Bildschirmarbeit als Hilfestellung für die Praxis, z. B.

- BGI 523 „Mensch und Arbeitsplatz“
- BGI 650 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze“,
- BGI 774 „Arbeitssystem Büro - Hilfen für das systematische planen und einrichten von Büros“,
- BGI 827 „Sonnenschutz im Büro“,
- BGI 856 „Beleuchtung im Büro“ und
- BGI 5001 „Büroarbeit - gesund und erfolgreich“.

Zur Beleuchtung mit Tageslicht ist die BGI 7007 „Tageslicht am Arbeitsplatz - Antworten auf die häufigsten Fragen“ in Vorbereitung.

## 2.3 Normung

Seitens der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) wird zur Normung auf dem Gebiet der Beleuchtung ausgeführt:

Zitat (*KAN-Brief 3/04*):

„Obwohl die Beleuchtung von Arbeitsstätten dem Bereich des betrieblichen Arbeitsschutzes zuzuordnen ist und entsprechend dem europäischen Rechtsrahmen hier prinzipiell keine Normen vorgesehen sind, werden/wurden auf europäischer Ebene im CEN/TC 169 „Angewandte Lichttechnik“ u. a. Normen zur Beleuchtung von Arbeitsstätten erstellt. Im deutschen Vorwort muss klargestellt werden, dass grundsätzlich national über die Norm hinausgehende Anforderungen für die Beleuchtung von Arbeitsstätten möglich sind und in Deutschland die Arbeitsstättenverordnung sowie einschlägige Vorschriften und Regeln der Berufsgenossenschaften gelten.“

Das Gebiet der nationalen und europäischen Normung umfasst zur Beleuchtung von Arbeitsstätten die Gebiete Tageslicht, künstliche Beleuchtung in Innenräumen und im Freien, Notbeleuchtung und Messung. Des Weiteren existieren auf der Basis der Maschinenrichtlinie in der DIN EN 1837 Anforderungen zur Beleuchtung an Maschinen, auf die hier nicht eingegangen wird (vgl. Abschnitt 2.1.2).

Die wichtigsten auf dem Gebiet der Beleuchtung von Arbeitsstätten in Deutschland zur Anwendung kommenden Normen sind in den DIN-Normenreihen **DIN 5034** „Tageslicht in Innenräumen“, **DIN 5035** „Beleuchtung mit künstlichem Licht“, **DIN EN 12464** „Beleuchtung von Arbeitsstätten (in Innenräumen und im Freien“ und in **DIN EN 12665** enthalten. In der **DIN EN 12665** sind die grundlegenden Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten verankert. Die Anforderungen für die Sicherheitsbeleuchtung sind in der **DIN EN 1838** „Notbeleuchtung“ dargestellt.

Die Normung bildete bisher eine wichtige Basis für die Anforderungen, die im Arbeitsstättenrecht an die Beleuchtung von Arbeitsstätten gestellt wurden. So gingen beispielsweise die Richtwerte der nun zurückgezogenen DIN 5035, Teil 2 für die Beleuchtung mit künstlichem Licht in Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien, 1 : 1 in die ASR 7/3 und ASR 41/3 ein.

## 2.4 Rechtssituation

Die grundlegenden Anforderungen für die Beleuchtung von Arbeitsstätten nennt die Arbeitsstättenverordnung. Sie enthält für die Beleuchtung keine Detailforderungen und Maßzahlen, sondern flexible Grundvorschriften als Schutzziele und allgemein gehaltene Anforderungen in Form von unbestimmten Rechtsbegriffen, z. B. „ausreichend Tageslicht“.

Der Arbeitgeber erhält damit ein hohes Maß an Eigenverantwortung, denn er muss die erforderlichen „Zahlen“ und Details für ein sicheres und gesundheitsgerechtes Einrichten und Betreiben seiner Arbeitsstätte selbst ermitteln. Dies muss auf der Basis einer Gefährdungsbeurteilung nach § 5 ArbSchG erfolgen. Bei der Wahl der resultierenden Gestaltungs- und Schutzmaßnahmen sind der Stand der Technik, Ar-

beitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen. Die somit flexible Anwendung des Arbeitsschutzrechtes verschafft dem Arbeitgeber mehr Entscheidungs- und Wahlfreiheit bei der Ausgestaltung der Arbeitsstätte. Der Arbeitgeber kann davon ausgehen, die Forderungen der Verordnung zu erfüllen, wenn er die nach § 7 Abs. 4 der ArbStättV bekannt gemachten neuen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) anwendet und deren Vorgaben realisiert, die nicht verwechselt werden dürfen mit den alten Arbeitsstätten-Richtlinien mit der gleichen Abkürzung ASR.

Anmerkung:

Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung als die in der Arbeitsstättenregel angegebene, muss er damit die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Es ist vorgesehen eine Arbeitsstättenregel ASR A3.4 Beleuchtung zu erarbeiten. Derzeit bieten die in Abschnitt 2.1.1 genannten Arbeitsstätten-Richtlinien ASR eine Hilfestellung für die Praxis. Diese ASR, die übergangsweise nach § 8 Abs. 2 der ArbStättV bis August 2010 weiter gelten und nicht rechtsverbindlich sind, weisen jedoch einen Normenbezug auf, der nicht mehr aktuell ist. So ist DIN 5035, Teil 1 seit September 2002 komplett ersetzt durch DIN EN 12665. DIN 5035, Teil 2 wurde abgelöst von

- DIN EN 12464, Teil 1: Beleuchtung von Arbeitsstätten - Arbeitsstätten in Innenräumen - seit März 2003 gültig und
- DIN EN 12464, Teil 2: Beleuchtung von Arbeitsstätten - Arbeitsplätze im Freien - seit Oktober 2007 gültig.

Die Praxis orientiert gegenwärtig auf die Anwendung der EU-Normen.

In der Handlungshilfe *LV 41* wurde aus Sicht der Länder, die aktuelle Rechtslage (hier für Innenbeleuchtung) wie folgt ausgelegt.

Zitat:

„Die noch weitergeltende ASR 7/3 nimmt Bezug auf die DIN 5035 „Beleuchtung mit künstlichem Licht“. Da die ASR 7/3 ohnehin keine Vermutung rechtfertigt, dass der Anwender mit ihrer Einhaltung alle Forderungen der ArbStättV 2004 oder des ArbSchG erfüllt, wird empfohlen, die neuere DIN EN 12464 „Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten“, bei der Planung anzuwenden.“

Weiterhin liefert die BGR 131 Beleuchtungskonzepte auf der Basis der EU-Normen.

## 2.5 Informationsquellen für die Praxis

Neben den in den Abschnitten 2.1 bis 2.3 genannten Regelungen zur Beleuchtung existieren Informationsquellen, die der Praxis bei der Planung und Ausführung der Beleuchtung als Hilfestellung dienen sollen. In der Tabelle 2.1 sind dafür Beispiele genannt.

**Tab. 2.1** Beispiele für Informationsmaterial zur Gestaltung und Planung der Beleuchtung

Fachgebiet	Herausgeber	Inhalte/Quellen
Tageslicht	Fachverband Lichtkuppel, Lichtband und RWA e. V. (FVLR)	Schriftenreihe des FVLR zu Tageslichtnutzung, Tageslichtplanung, Tageslichttechniken, Dachlichtelementen, Lichtkuppeln und Lichtbändern, Dachoberlichter  Informationen unter <a href="http://www.fvlr.de/pub_hefte.htm">www.fvlr.de/pub_hefte.htm</a>
	Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. (LiTG)	Zeitschrift „Licht“
Künstliche Beleuchtung  (einschl. Sicherheitsbeleuchtung)	Fördergemeinschaft Gutes Licht (FGL)	Schriftenreihe „Informationen zur Lichnanwendung“ (18 Hefte)  aktuelle Fachinformationen „Lichtforum“  Tipps zu Beleuchtung, Beleuchtungssimulationen, Hersteller- und Lieferinformationen unter <a href="http://www.licht.de/de/publikationen">www.licht.de/de/publikationen</a>
	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI)	Leitfaden zur Umsetzung der DIN EN 12464  Planung, Gestaltung der Beleuchtung, Beleuchtungstrends im industriellen, gewerblichen sowie privaten Bereich  Lichtmanagement
	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV)	Innenraumbeleuchtung in öffentlichen Gebäuden
Ergonomie	ERGONOMIC-Institut <i>Cakir (1998)</i>	Licht und Gesundheit, Stand der Beleuchtungstechnik
Gefährdungsbeurteilung	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)	Ratgeber S 42, Kapitel 8 „Beleuchtung“  Hinweise zur sicheren Gestaltung und Planung  Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung

### 3 Gütemerkmale der Beleuchtung

Die Qualität der Beleuchtungsanlage wird durch viele Faktoren, sog. Gütemerkmale, gekennzeichnet. Eine schlechte Qualität der Beleuchtung kann auch Ursache für das Unfallgeschehen sein.

Die Gütemerkmale werden sowohl in der ASR 7/3, BGR 131, LV 41 als auch in Normen, z. B. DIN EN 12665 und DIN EN 12464 , Teil 1 und Teil 2, beschrieben. Die wichtigsten **Gütemerkmale** sind

- Beleuchtungsstärke,
- Leuchtdichteverteilung,
- Begrenzung der Blendung,
- Körperwiedergabe (Lichtrichtung und Schattigkeit),
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe sowie
- Zeitliche Gleichmäßigkeit (Flimmerfreiheit).

Es kommt darauf an, dass alle Merkmale einer Beleuchtung in ihrer Gesamtheit und ihrem Zusammenspiel betrachtet werden. Schon das Außerachtlassen bzw. die ungenügende Berücksichtigung eines Gütemerkmals kann zu einer Unfallgefahr führen oder die Erfüllung der Sehaufgabe beeinträchtigen.

Die Gütemerkmale gelten sowohl für die Beleuchtung in Gebäuden als auch im Freien. Da sich die Beleuchtungssituation im Freien durch die fehlenden Raumbegrenzungsflächen grundsätzlich von der Beleuchtung in Innenräumen unterscheidet und eine gleichmäßige Leuchtdichte sich wegen des fehlenden Streulichtes nur bedingt erreichen lässt, findet die Leuchtdichte als Beleuchtungsgütefaktor hier in der Regel keine Berücksichtigung. Für die Beleuchtung im Freien lassen sich deshalb nur minimale Forderungen für die Erfüllung der Sehaufgabe und zur Vermeidung von Unfällen realisieren. Arbeitsplätze mit hohen Sehanforderungen sollten deshalb in Innenräumen eingerichtet werden.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die wichtigsten für erforderlich gehaltenen Angaben zur Beurteilung der Qualität der Beleuchtung dargestellt.

### 3.1 Beleuchtungsstärke

Prinzipiell richtet sich die Auswahl der Beleuchtung nach der Art der Sehaufgabe, d. h. die Beleuchtungsstärke  $E$  in Lux [lx] ist um so größer auszulegen, je höher die visuellen Anforderungen sind und je schwieriger die Sehaufgabe ist. Beispielsweise ist das Anheben der Beleuchtungsstärke eine Möglichkeit Gefahrenbereiche hervorzuheben und damit die Beschäftigten rechtzeitig zu warnen. Die im konkreten Fall erforderliche Beleuchtungsstärke muss der Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 des ArbSchG festlegen.

#### Wartungswerte der Beleuchtungsstärke

Die in den Vorschriften, Richtlinien, Normen angegebenen Beleuchtungsstärken sind Mindestanforderungen.

Entsprechend der europäischen Normung, z. B. DIN EN 12464, erfolgt die Angabe der Beleuchtungsstärke für Arbeitsstätten in Innenräumen sowie im Freien als Wartungswert der Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_m$ . Dabei ist  $\bar{E}_m$  der Wert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche nicht sinken darf. Bei Unterschreitung sollte eine Wartung erfolgen. Die Wartungswerte der Beleuchtungsstärke sind Mindestbeleuchtungsstärken, die einerseits für die Erfüllung der mit der Tätigkeit verbundenen Sehaufgabe erforderlich sind, aber andererseits auch für andere Bereiche, die kein Arbeitsplatz sind, um Gefahren rechtzeitig erkennen und abwenden zu können. Bisher, z. B. in der ASR 7/3, DIN 5035, Teil 2, wurde die Nennbeleuchtungsstärke  $E_n$ <sup>1</sup> als Richtwert verwendet.  $E_n$  ist nicht identisch mit  $\bar{E}_m$ . Näherungsweise gilt:  $\bar{E}_m = 0,8 \times E_n$ .

In der DIN EN 12464 werden Wartungswerte der Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit von sehphysiologischen und produktionsbezogenen Erfordernissen empfohlen. So enthalten beide Teile dieser Norm jeweils einen Abschnitt 5 mit tabellarisch zusammengestellten Beleuchtungsanforderungen. In diesen Tabellen sind in Spalte 3 Wartungswerte der Beleuchtungsstärke detailliert nach Art des Raumes/Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit aufgeführt. Beispiele dafür enthält die Tabelle 3.1. Im Teil 1 der Norm werden als Mindestwert für den Wartungswert der Beleuchtungsstärke für ständig besetzte Arbeitsplätze in Innenräumen 200 lx genannt.

---

<sup>1</sup> Anmerkung:

Die Nennbeleuchtungsstärke ist die mittlere Beleuchtungsstärke der Arbeitsstätte oder der einer bestimmten Tätigkeit dienenden Raumzone einer Arbeitsstätte, für die die Beleuchtungseinrichtung ausgelegt ist. Sie bezieht sich auf mittleren Alterungszustand der Beleuchtungseinrichtung (ASR 7/3).

**Tab. 3.1** Beispiele für Wartungswerte der Beleuchtungsstärke  
(nach *DIN EN 12464*, Teil 1 und Teil 2)

	Wartungswerte der Beleuchtungsstärke $\bar{E}_m$
<u>Arbeitsstätten in Innenräumen</u>	
Farbkontrolle	1000 lx
Büroarbeitsplätze (Technisches Zeichnen)	750 lx
Büroarbeitsplätze (Schreibarbeiten)	500 lx
Schweißen	300 lx
Garderoben, Waschräume, Bäder, Toiletten	200 lx
Treppen, Rolltreppen, Fahrbänder	150 lx
Verkehrsflächen und Flure	100 lx
Vorrats- und Lagerräume	100 lx
<u>Arbeitsstätten im Freien</u>	
Beschicken von Schäl- und Spaltmaschinen (Sägewerk)	300 lx
Reparatur elektrischer Einrichtungen	200 lx
Montagearbeiten (Baustellen)	100 lx
Baubereiche, Verlegen von Entwässerungs- rohren, Transport, Hilfs- und Lagerarbeiten	50 lx
Regelmäßiger Fahrzeugverkehr (max. 40 km/h)	20 lx
Verkehrsflächen für sich langsam bewegende Fahrzeuge (max. 10 km/h), z. B. Fahrräder, Lastwagen, Bagger	10 lx
Gehwege, ausschließlich für Fußgänger	5 lx

## Anforderungen für Arbeitsstätten

Bei der Projektierung der Beleuchtungsanlage ist  $\bar{E}_m$  in Abhängigkeit von den Sehansforderungen und den zu erfüllenden Sehaufgaben, d. h. im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung, festzulegen.

Anmerkung:

Eine höhere Beleuchtungsstärke kann beispielsweise

- beim Einsatz von älteren Beschäftigten im Vergleich zu jüngeren Beschäftigten bei gleicher Sehaufgabe,
  - für Sehbehinderte,
  - bei großen Hell-Dunkel-Unterschieden zwischen benachbarten Bereichen und
  - zur Hervorhebung von Unfallschwerpunkten
- erforderlich werden.

Berücksichtigt werden muss weiterhin, dass im Laufe der Nutzungsdauer der Beleuchtungsanlage die projektierte Beleuchtungsstärke durch Alterung, Verschmutzung und Lampenausfall sinkt. Da die Beleuchtungsstärke nicht unter den Wartungswert sinken darf, muss bei Neuanlagen ein Wartungsfaktor bedacht werden. Als Orientierung wird in der LV 41 für Neuanlagen das 1,25 bis 1,75fache des Wartungswertes empfohlen.

Eine Informationsquelle für die Gestaltung der Beleuchtung bildet z. B. die BGR 131, Teil 2, die Wartungswerte der Beleuchtungsstärke abgestuft nach Arbeitsbereichen, entsprechend der dort dargestellten Beleuchtungskonzepte, empfiehlt. Auch die LV 41 hat eine einfache Abstufung der Mindestbeleuchtungsstärken für die Beleuchtung in wenige Gruppen mit ähnlichen Anforderungen (siehe Tabelle 3.2).



**Tab. 3.2** Abstufung der Wartungswerte der Beleuchtungsstärke (nach LV 41)

	Wartungswerte der Beleuchtungsstärke $\bar{E}_m$
<u>Arbeitsstätten in Innenräumen</u>	
einfache Büroarbeitsplätze	500 lx
mittelfeine Maschinen- und Montagearbeiten	300 lx
Mindestwert für Arbeitsräume (§ 2 Abs. 3 ArbStättV)	200 lx
Sanitärräume	200 lx
Betriebliche Erholungsräume	200 lx
Treppen	150 lx
Verkehrswege und Flure	100 lx
<u>Arbeitsstätten im Freien</u>	
mittelfeine Tätigkeiten	100 lx
grobe Tätigkeiten	50 lx
sehr grobe Tätigkeiten	20 lx
Verkehrsflächen ohne Fahrzeugverkehr	5 lx

## 3.2 Leuchtdichteverteilung

Die Leuchtdichte  $L$  in Candela/m<sup>2</sup> [cd/m<sup>2</sup>] ist ein Maß für den Helligkeitseindruck, den das Auge von einer Fläche hat. Die Beleuchtung sollte eine harmonische Leuchtdichteverteilung gewährleisten, d. h. die Helligkeit sollte in Abhängigkeit der Beleuchtungsstärke und des Reflexionsgrades keine zu großen Unterschiede aufweisen. Es sind hohe Leuchtdichteunterschiede innerhalb des Gesichtsfeldes und zwischen angrenzenden bzw. benachbarten Bereichen zu vermeiden, denn sie erfordern eine ständige Adaptation des Auges und führen zur Ermüdung und somit zur Unfallgefährdung. Das gilt sowohl für Innenraumbeleuchtung als auch im Außenbereich.

### 3.2.1 Örtliche Gleichmäßigkeit

Die Gleichmäßigkeit des Helligkeitseindruckes wird durch die örtliche Gleichmäßigkeit charakterisiert und stellt die Leuchtdichteverteilung z. B. einer Fläche oder eines Bereiches dar. Sie kann unter Beachtung des Reflexionsgrades beleuchteter Flächen auch durch Beleuchtungsstärkeverhältnisse beschrieben werden.

Es werden drei Flächen miteinander verglichen: Bereich der Sehaufgabe, unmittelbarer Umgebungsbereich und Arbeitsumgebung bzw. weiteres Umfeld.

So ist die örtliche Gleichmäßigkeit innerhalb des Bereiches der Sehaufgabe das Verhältnis der minimalen Beleuchtungsstärke zur mittleren Beleuchtungsstärke. DIN EN 12464, Teil 2 verwendet für das Formelzeichen der Gleichmäßigkeit  $U_0$ <sup>2</sup>. Teil 1 dieser Norm beschreibt die Gleichmäßigkeit nur verbal und verwendet kein Formelzeichen. Im Deutschen wird die Gleichmäßigkeit häufig mit  $g$  bezeichnet;  $g$  und  $U_0$  sind identisch. Im Folgenden werden immer die Bezeichnungen der zitierten Quellen verwendet.

Die örtliche Gleichmäßigkeit zwischen benachbarten Bereichen wird dagegen durch das Verhältnis der jeweiligen mittleren Beleuchtungsstärken dieser Bereiche angegeben.

Gleichmäßigkeiten werden entweder als echter Bruch (z. B. 1 : 2) oder als Dezimalbruch angegeben (z. B. 0,5).

### Anforderungen für Arbeitsstätten

#### - Gleichmäßigkeit innerhalb des Bereiches der Sehaufgabe

DIN EN 12464, Teil 1, für Arbeitsstätten in **Innenräumen**, fordert für diese Gleichmäßigkeit in Tabelle 1 Spalte 1 einen Wert von  $g \geq 0,7$ . Die *BGR 131*, Teil 2, gibt entsprechend der dort beschriebenen Beleuchtungskonzepte, z. B. für den Arbeitsbereich einen Wert von 0,6 an. Nach *LV 41* wird für die Gleichmäßigkeit innerhalb des Bereiches der Sehaufgabe z. B. empfohlen, dass

$$g = E_{\min} : \bar{E}_A \geq (1 : 2) \quad (\text{oder } \geq 0,5)^3$$

sein sollte.

Für Arbeitsstätten im **Freien** wird in der DIN EN 12464, Teil 2 festgelegt, dass der Bereich der Sehaufgabe so gleichmäßig wie möglich beleuchtet werden muss. Dafür werden im Abschnitt 5 in den Tabellen 5, jeweils in der Spalte 4, für die Gleichmäßigkeit  $U_0$  - Werte in Abhängigkeit z. B. von der Sehaufgabe angegeben. Beispielsweise beträgt  $U_0$

- 0,4 - für Baubereiche (Baustellen), die 50 lx<sup>4</sup> für die Sehaufgabe benötigen,
- 0,5 - für Lesen von Beschriftungen (Lagerbereiche), Sehaufgabe mit 100 lx<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Anmerkung:

*DIN EN 12464*, Teil 2 verwendet  $U_0$  für Beleuchtungsstärken und lässt es auch für Leuchtdichten zu. So ist  $U_0$  als Verhältnis der kleinsten Beleuchtungsstärke (Leuchtdichte) zur mittleren Beleuchtungsstärke (Leuchtdichte) (auf) einer Fläche. Diese  $U_0$  - Werte sind Mindestwerte der Gleichmäßigkeit auf der Bewertungsfläche für Bereiche, Sehaufgaben bzw. Tätigkeiten.

<sup>3</sup> Anmerkung:

Es sind  $E_{\min}$  = minimale Beleuchtungsstärke und  $\bar{E}_A$  = mittlere Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe (*LV 41*).

<sup>4</sup> Anmerkung:

Wartungswert der Beleuchtungsstärke.

- Gleichmäßigkeit zwischen dem Bereich der Sehaufgabe und dem unmittelbaren Umgebungsbereich

Um eine ausgewogene Leuchtdichteverteilung zu erreichen, ist die Abstimmung der Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereiches auf die Beleuchtungsstärke der Sehaufgaben erforderlich. Diese Verhältnisse der Beleuchtungsstärkewerte sind in den Normen DIN EN 12464, Teil 1 sowie Teil 2, für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien, jeweils in den Tabellen 1 angegeben.

Nach Teil 1 dieser Norm sollten für Arbeitsstätten in **Innenräumen** z. B. bei einer Beleuchtungsstärke für den Bereich der Sehaufgabe von 500 lx die Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereiches 300 lx betragen. Dieses Verhältnis der Beleuchtungsstärken (500 : 300 lx) entspricht einer Gleichmäßigkeit von 0,6. Bei einem Beleuchtungsstärkeverhältnis von 300 : 200 lx vorgenannter Bereiche liegt die Gleichmäßigkeit bei ca. 0,7.

In der *BGR 131* werden Abstufungen der Wartungswerte der Beleuchtungsstärken zwischen Arbeitsbereich und Umgebungsbereich genannt. Dieses Verhältnis beträgt beispielsweise 0,6 für Arbeitsbereiche, die eine Beleuchtungsstärke von 500 lx erfordern.

Für Arbeitsstätten im **Freien**, wird nach DIN EN 12464, Teil 2, z. B. bei einer Beleuchtungsstärke der Sehaufgabe von 300 lx für den Umgebungsbereich<sup>5</sup> eine Beleuchtungsstärke von 75 lx gefordert. Hier liegt der Wert für die Gleichmäßigkeit bei 0,25. Weiterhin wird gefordert, dass die Gleichmäßigkeit der Umgebung nicht geringer als 0,1 sein darf.

- Leuchtdichteverteilung vom Bereich der Sehaufgabe bis zum weiteren Umfeld

In den *BGI 827* und *BGI 856* wird für gute Sehbedingungen für die Beschäftigten in Gebäuden eine ausgewogene Leuchtdichteverteilung von 10 : 3 : 1 zwischen Arbeitsfeld, näherem Umfeld und der Arbeitsumgebung empfohlen.

### 3.2.2 Reflexionsgrade

Nicht nur die eigentliche Beleuchtung, sondern auch die Gestaltung der Räume, Flure, Treppenbereiche u. a. trägt zur Unfallvermeidung bei. So wirkt ein Raum bei gleichem Lichteinfall bzw. gleicher Beleuchtung umso heller, je höher die Reflexionsgrade z. B. der Decken, Wände, Böden, Arbeitsflächen und des Mobiliars sind. Der Reflexionsgrad ist das Verhältnis des zurückgeworfenen Strahlungsflusses zum auftretenden Strahlungsfluss und wird als Zahlenwert [größter Wert = 1] angegeben.

---

<sup>5</sup> Anmerkung:

*DIN EN 12464*, Teil 2 bezeichnet mit dem Begriff Umgebungsbereich den unmittelbaren Umgebungsbereich und charakterisiert nicht das weitere Umfeld.

## Anforderungen für Arbeitsstätten

Für die Hauptflächen eines Raumes werden nach DIN EN 12464, Teil 1 Reflexionsgrade für

- Decken von 0,6 bis 0,9,
- Wände von 0,3 bis 0,8,
- Böden von 0,1 bis 0,5 und
- Arbeitsflächen von 0,2 bis 0,6

empfohlen.

Die Überprüfung der Reflexionseigenschaften kann mit Hilfe von Reflexionsgrad- und Glanzgradtafeln erfolgen.

(Bezugsquelle: z. B. ecomed Verlagsgesellschaft AG&KG Landsberg)

### 3.3 Begrenzung der Blendung

Blendung wird durch eine ungünstige Leuchtdichteverteilung bzw. durch zu hohe Leuchtdichten hervorgerufen. Sie wird als unangenehm empfunden, kann die Sehfunktion herabsetzen und kann Ursache für vorzeitige Ermüdung, Unfälle oder Störung des Wohlbefindens sein. Deshalb ist die Blendung zu begrenzen.

Neben der Direktblendung, z. B. unmittelbares Sehen in eine Lichtquelle, kann bei spiegelnden Oberflächen darüber hinaus die Reflexblendung auftreten, z. B. Spiegelbild einer Lichtquelle auf dem Bildschirm.

Um Unfallgefahren zu vermeiden sollte die Beleuchtung weder Direkt- noch Reflexblendung verursachen. Dabei sind Blendquellen in der Hauptblickrichtung zu vermeiden, eine Beleuchtung von unten blendet z. B. den auf einer Treppe Herabsteigenden. Als einfache Maßnahmen zur Begrenzung der Direktblendung nutzt man z. B. die Abschirmung oder richtige Anbringung der Leuchten. Blendung stört umso weniger, je höher die Lampe angebracht ist, je weiter sie von der Hauptblickrichtung entfernt ist und je geringer ihre Leuchtdichte ist.

## Anforderungen für Arbeitsstätten

Die Bewertung der Direktblendung durch Leuchten einer Beleuchtungsanlage kann in Innenräumen nach dem Unified Glare Rating -Verfahren (UGR) und im Freien nach der GR-Methode vorgenommen werden. Diese UGR- und GR-Werte der Blendungsbegrenzung sind in der DIN EN 12464, Teil 1 sowie Teil 2 jeweils in den Tabellen 5, Spalte 4 bzw. 5 bezogen auf verschiedene Arten von Räumen bzw. Bereichen, Aufgaben und Tätigkeiten angegeben. In beiden Teilen dieser Norm werden diese UGR- und GR-Werte als Grenzwerte, sog. UGR<sub>L</sub>- bzw. GR<sub>L</sub>-Werte<sup>6</sup> angegeben.

---

<sup>6</sup> Anmerkung:

UGR<sub>L</sub> = UGR-Grenzwert (nach *DIN EN 12464*, Teil 1) und GR<sub>L</sub> = Grenzwert der Blendungsbewertung (nach *DIN EN 12464*, Teil 2). Der GR-Wert der Beleuchtungsanlage darf diesen angegebenen GR<sub>L</sub>-Grenzwert nicht überschreiten.

Bei der Überprüfung von Beleuchtungsanlagen können z. B. die UGR-Tabellen der Leuchtenhersteller mit herangezogen werden.

Die Ermittlung von Blendwerten nach den vorgenannten Verfahren ist schwierig und bleibt speziellen Untersuchungen vorbehalten.

Man kann einen Abschirmwinkel angeben, oberhalb dessen ein Blick in die freistrahrende Lampe nicht mehr blendet. Als Abschätzung zur Blendungsbegrenzung wird, nach LV 41, als einfache Maßnahme, die Kontrolle des Abschirmwinkels empfohlen, unter dem eine Lampe nicht mehr eingesehen werden kann. Bei unten offenen Lampen und Leuchten mit klaren, nicht strukturierten Abdeckungen sollte der Mindestabschirmwinkel nach DIN EN 12464, Teil 1, Tabelle 2 eingehalten werden. Je nach der Höhe der Leuchtdichte der Lampe - liegt der Abschirmwinkel bei 15°, 20° oder 30°. Für Leuchtstofflampen und Kompakt-Leuchtstofflampen liegt er beispielsweise bei 15°.

Die Reflexblendung lässt sich z. B. durch Leuchtdichtebegrenzung der Leuchten, helle Decken und Wände, matte oder entspiegelte Gestaltung von Oberflächen, verhindern bzw. reduzieren.

Durch starke Sonneneinstrahlung können die Beschäftigte geblendet werden.<sup>7</sup> Diese Sonneneinstrahlung muss durch Sonnenschutzmaßnahmen verhindert bzw. reduziert werden, beispielsweise durch Sonnenblenden, Jalousien an den Fenstern oder Oberlichtern oder durch eine Spezialverglasung (siehe Punkt 6).

### **3.4 Körperwiedergabe (Lichtrichtung und Schattigkeit)**

Zur guten Erkennbarkeit von Körpern, Oberflächen und Strukturen gehören Licht und Schatten, wodurch ein räumliches Erkennen von Gegenständen gegeben wird. Es soll eine naturgetreue Körperwiedergabe angestrebt werden. So wirkt ein heller Raum mit ausschließlich diffusem Licht ohne Schattenbildung monoton. Die dadurch fehlende Orientierung und mangelhafte Erkennbarkeit von Objekten und Entfernungen führen zu Unbehagen. Ein gutes Verhältnis von diffusem Licht, z. B. durch indirekte Lichtanteile eines Deckenfluters, zum gerichteten Licht, z. B. durch direkte Lichtanteile von Rasterleuchten, bewirkt eine angenehme Schattigkeit. Die Schattigkeit wird beeinflusst durch die Anzahl, Verteilung und Anordnung der Leuchten im Raum. Deshalb sollte zur Vermeidung harter Schlagschatten die Beleuchtung durch mehrere Leuchten realisiert werden, wobei Blendung vermieden werden muss.

---

<sup>7</sup> Anmerkung:

Außerdem kann sich die Temperatur im Raum bzw. am Arbeitsplatz in unzuträglicher Weise erhöhen.

## Anforderungen für Arbeitsstätten

Die Lichtrichtung sollte der Sehaufgabe angepasst sein und kann damit Feinheiten einer Sehaufgabe herausheben.

Ausschließlich stark gerichtetes Licht (direkte Beleuchtung, z. B. Spotleuchte) ist zu vermeiden, denn es verursacht harte Schlagschatten. Diese können die Erkennung der Sehaufgabe erschweren, Gefahrenquellen überdecken. Um harte Schlagschatten zu vermeiden sollte Beleuchtung durch mehrere Leuchten realisiert werden.

Ebenso ist nur diffuses Licht (indirekte Beleuchtung, z. B. Deckenfluter) zu vermeiden. Dadurch können Körper schlecht erkannt werden. Bei einer schattenlosen Beleuchtung sind z. B. die Stufen einer Treppe nicht zu erkennen und lange Schlagschatten lassen die räumliche Streckung der Stufe nicht erkennen.

Eine gute Beleuchtung soll deshalb sowohl Anteile von diffusem als auch gerichtetem Licht besitzen. Eine Bewertung ist durch die Angabe des Verhältnisses  $E_v : E_h$  möglich, wobei  $E_v$  die auf eine vertikale Fläche auftreffende Beleuchtungsstärke und  $E_h$  die auf eine horizontale Fläche auftreffende Beleuchtungsstärke ist. Die LV 41 empfiehlt als Orientierung:

$$E_v : E_h > 0,3$$

### 3.5 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Die **Lichtfarbe** einer Lampe ergibt sich aus der spektralen Zusammensetzung und wird vereinfacht durch die Farbtemperatur ( $T_{cp}$ ) des ausgesandten Lichtes charakterisiert.  $T_{cp}$  wird in Kelvin (K) angegeben. Die Lichtfarbe des Tageslichtes wird als weiß bezeichnet und enthält alle Wellenlängen im sichtbaren Bereich.

Die Lichtfarbe künstlicher Lichtquellen ist nach DIN EN 12464, Teil 1 und Teil 2 in drei Gruppen eingeteilt. Je nach überwiegenden spektralen Farbanteilen wird unterschieden in:

**Tab. 3.3** Lichtfarben künstlicher Lichtquellen

Lichtfarbe	Ähnlichste Farbtemperatur $T_{cp}$ (K)	Farbanteile	Beispiele
warmweiß (ww)	< 3 300 K	überwiegend rot	Glühlampen, Natrium-Dampflampen, Leuchtstofflampen
neutralweiß (nw)	3 300 K bis 5 300 K	ausgewogen rot, blau, grün	Halogenmetalldampflampen, Leuchtstofflampen
tageslichtweiß (tw)	> 5 300 K	überwiegend blau	Quecksilberdampfhochdrucklampen, Leuchtstofflampen

Die **Farbwiedergabe** kennzeichnet die Beziehung zwischen der Farbe des Sehobjektes, im Allgemeinen bei Tageslicht, und deren Wiedergabe, bei aktueller Lichtquelle. Die Farbwiedergabe wird durch den Farbwiedergabe-Index  $R_a$ , der vom Lampenhersteller angegeben wird, charakterisiert.  $R_a$  ist eine Kennzahl, mit der die Farbwiedergabeeigenschaften der Lampen klassifiziert werden. Die beste Farbwiedergabe ist bei  $R_a = 100$ .

Die Beleuchtung soll eine die Sehaufgabe unterstützende Lichtfarbe und Farbwiedergabe gewährleisten. Eine optimale Farbwiedergabe ist nur bei Tageslicht gegeben. Farben können durch das Licht künstlicher Lichtquellen verfälscht werden, z. B. durch das gelbe Licht der Natriumdampfhochdrucklampen. Berücksichtigt werden sollte auch, dass die unterschiedlichen Farbwiedergabeeigenschaften von Lampen trotz gleicher Lichtfarbe, z. B. ww, zu unterschiedlichen Farbwahrnehmungen führen. Ist beispielsweise im Spektrum der Lampe nur wenig „rot“ vorhanden werden auch rote Körperfarben nur unvollkommen wiedergegeben. Die Erkennbarkeit von Sicherheitsfarben muss unbedingt gewährleistet sein.

### Anforderungen für Arbeitsstätten

Die Anforderungen für die Wahl der **Lichtfarbe** sind in der DIN EN 12464 verbal aufgeführt<sup>8</sup>. Im Teil 1 der Norm werden für Innenräume in der Tabelle 5, Spalte Bemerkungen, teilweise die Farbtemperatur ( $T_{cp}$ ) als Bewertungsgröße für die Lichtfarbe von Lampen angegeben.

Die BGR 131 bezieht sich auf die vorgenannte Norm und empfiehlt für die künstliche Beleuchtung (auch für die Tageslichtergänzungsbeleuchtung mit künstlichem Licht), Lampen einer ähnlichen Farbtemperatur ab 4 000 K (Lichtfarben nw sowie tw) zu verwenden. Die LV 41 weist darauf hin, dass für die Auswahl der Lichtfarbe einer Lichtquelle möglichst

- nw für übliche Sehanforderungen im Produktionsbereich und
- tw bei hohen Sehanforderungen mit Beleuchtungsstärken größer als 1000 lx

gewählt werden sollte. Für die Ergänzung der Tageslichtbeleuchtung mit künstlichem Licht sollte nach LV 41 die Lichtfarbe nw gewählt werden mit einer Farbtemperatur von etwa 4 000 K.

---

<sup>8</sup> Anmerkung:

Nach *DIN EN 12464* ist die Auswahl der Lichtfarbe eine Frage der Psychologie, der Ästhetik und dessen, was als natürlich angesehen wird. Weitere Faktoren, wie z. B. Beleuchtungsstärkenniveau, Raum- und Mobiliarfarben, sollten berücksichtigt werden.

Die Anforderungen hinsichtlich der **Farbwiedergabe** lassen sich durch die Wahl von Lampen mit geeigneten Farbwiedergabeeigenschaften erfüllen. Die DIN EN 12464, Teil 1 bzw. Teil 2 fordert, Lampen mit einem Farbwiedergabe-Index von

- $R_a \geq 80$  für Arbeitsplätze in Innenräumen und
  - $R_a \geq 20$  für Arbeitsplätze im Freien, damit Sicherheitsfarben erkennbar sind,
- zu verwenden. Die Mindestwerte für Farbwiedergabe-Indizes für die Art der Räume/Bereiche, Aufgaben bzw. Tätigkeiten sind in beiden Teilen der vorgenannten Norm jeweils in den Tabellen 5, Spalte 5 bzw. 6, angegeben. Beispielsweise sollte  $R_a$  betragen:

**Tab. 3.4** Beispiele für den Farbwiedergabe-Index  $R_a$  (nach *DIN EN 12464*)

	$R_a$
Ärztliche Behandlungsplätze, Farbkontrolle in Druckereien	$\geq 90$
Büroarbeitsplätze	$\geq 80$
Lagerarbeitsplätze	$\geq 60$
Verkehrsflächen	$\geq 40$
Arbeitsplätze im Freien	$\geq 20$

Diesem Ansatz folgt auch die BGR 131 und bezieht sich auf die vorgenannte Norm.

### 3.6 Zeitliche Gleichmäßigkeit (Flimmerfreiheit)

Durch Wechselstrombetrieb der Lampen kommt es zu periodischen Lichtstromschwankungen, die im Allgemeinen kaum wahrnehmbar sind, aber das Wohlbefinden der Beschäftigten beeinträchtigen können.

Die zeitliche Gleichmäßigkeit spielt bei der Beleuchtung vorwiegend dort eine Rolle, wo es sich um Maschinenteile handelt, deren Drehung oder Bewegung deutlich erkannt werden müssen. Hier können diese Schwankungen (Pulsation, Flimmern) den stroboskopischen Effekt erzeugen, der zu Unfällen führen kann. Beim stroboskopischen Effekt handelt es sich um eine optische Täuschung, z. B. scheinbarer Stillstand bewegter Objekte oder scheinbare Änderungen der Bewegungsrichtung (Umkehr der Drehrichtung bei rotierenden Teilen).

#### Anforderungen für Arbeitsstätten

Durch den Einsatz elektronischer Vorschaltgeräte mit hohen Frequenzen, z. B. bei Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen, oder Dreiphasenschaltung lassen sich diese Schwankungen vermeiden.



## 4 Möglichkeiten zur Beleuchtung

Eine Beurteilung der Beleuchtung bzw. der Beleuchtungsanlagen kann z. B. aus folgenden Gründen erforderlich sein:

gesetzliche Gründe:	z. B. Vorschriften durch Gesetzeswerke, Auflagen von Behörden, Auflagen der Sachversicherer
ergonomische Gründe:	z. B. Beanstandungen der Beschäftigten, Umsetzung neuer Erkenntnisse
technische Gründe:	z. B. Alterung von Lampen, Verschmutzungen von Leuchten, Austausch von Schaltnetzen
weitere Gründe:	z. B. bei Neubau, Umbau, Modernisierung, Rekonstruktion der Arbeitsstätte

Bei der Auswahl der passenden Beleuchtungsart muss der Zusammenhang von Sehleistung, Sehkomfort und visuellem Ambiente beachtet werden. Beeinflusst werden:

- die Sehleistung insbesondere durch das Beleuchtungsniveau und die Blendungsbegrenzung,
- der Sehkomfort insbesondere durch die Farbwiedergabe und die harmonische Helligkeitsverteilung und
- das visuelle Ambiente insbesondere durch die Lichtfarbe, die Lichtrichtung und die Schattigkeit.

Für die Gestaltung der Beleuchtung sind folgende allgemeine Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- bevorzugt Tageslichtbeleuchtung vorsehen,
- ausgewogene Verhältnisse zwischen Allgemein-/Arbeitsplatzbeleuchtung und diffuser/direkter Beleuchtung vorsehen,
- generell seitlichen Lichteinfall bei der Beleuchtung von Arbeitsplätzen bevorzugen,
- Leuchtstofflampen bevorzugen, da sie eine höhere Lichtausbeute als Glühlampen (Wärmeentwicklung) besitzen,
- bei der Auswahl der Arbeitsplatzbeleuchtung auf sicherheitstechnische, ergonomische und lichttechnische Erfordernisse achten,
- Blendung durch Abschirmung der Leuchten vermeiden und
- wirksamen Sonnenschutz gegen Blendung durch Sonnenlicht und gegen Wärmestrahlung vorsehen bzw. planen.

## 4.1 Beleuchtung mit Tageslicht

### 4.1.1 Tageslichtversorgung

#### Vorzüge des Tageslichtes

Tageslicht, sogenanntes natürliches Licht, ist der künstlichen Beleuchtung vorzuziehen, da die Sehaufgabe mit Tageslicht bei gleichem Niveau der lichttechnischen Parameter leichter bewältigt werden kann. Das Auge ist an das Tageslicht, als natürliche Bedingung, angepasst. Des Weiteren steht das Tageslicht je nach jahreszeitlichen Randbedingungen kostenlos zur Verfügung. Reicht das Tageslicht nicht aus, dann ist zusätzlich künstliche Beleuchtung erforderlich.

#### Anforderungen für eine ausreichende Tageslichtversorgung

Eine ausreichende Beleuchtung mit Tageslicht ist einerseits von baulichen Gegebenheiten und andererseits von einer ergonomischen Gestaltung der Arbeitsplätze abhängig, beispielsweise:

- Bauliche Gegebenheiten: z. B. ausreichender Abstand zu benachbarten Gebäuden  
 Raumgröße und Raumgeometrie  
 Fensterflächen im Arbeitsraum  
 ( $\geq 15\%$  der Raumgrundfläche)  
 Lage und Größe der Fenster  
 (Unterkante:  $\leq 0,9$  m, Höhe:  $\geq 1,25$  m, Breite:  $\geq 1,0$  m)  
 Einsatz tageslichtunterstützender Elemente (Lichtleitsysteme), Oberlichter (einschließlich schräg eingebauter Fenster)
- Gestalterische Lösungen: Anordnung der Arbeitsplätze im Arbeitsraum  
 Entfernung des Arbeitsplatzes zum Fenster (bis zu 6 m)  
 Farbgestaltung des Arbeitsraumes (Wand- und Mobiliarflächen): Verwendung matter, heller Oberflächen

Vorgaben zur baulichen Gestaltung befinden sich im Bauordnungsrecht der Länder (Landesbauordnungen). Voraussetzung, dass ausreichend Tageslicht durch Fenster, Türen, lichtdurchlässige Wände oder Oberlichter in die Arbeitsräume einfällt, ist ein ausreichender Abstand zu benachbarten Gebäuden. Der Mindestabstand wird in den Landesbauordnungen geregelt. Weitere Anforderungen beziehen sich auf Angaben zur Größe von Fensterflächen, Raumgrundfläche, Raumtiefe, Raumhöhe. Die Größe und Anzahl der Fenster ist entscheidend für den Tageslichteintrag in den Raum.

So sollte die gesamte Fensterfläche möglichst nicht nur  $12,5\%$  Rohbaumaß nach Landesbauordnungen, sondern  $\geq 15\%$  der Raumgrundfläche betragen. Zu berücksichtigen ist, dass je größer der Fensterflächenanteil des Raumes wird, auch mit ei-

nem höheren Wärmeeintrag zu rechnen ist. Das kann ggf. zusätzlich klimatische Maßnahmen erfordern.

Von Bedeutung ist auch die Fensterhöhe (Oberkante der Fenster), die die Beleuchtung in der Raumtiefe bestimmt. Diesbezügliche Untersuchungen, vgl. z. B. *Cakir 1998*, ergaben, dass der Tageslichteintrag mit zunehmender Raumtiefe abnimmt. Eine Beleuchtung von Arbeitsplätzen in Räumen mit einer normalen Raumhöhe von 2,5 bis 3,0 m (z. B. Büros) mit Tageslicht ist bis zu einer Raumtiefe von ca. 5 m möglich. Deshalb sollten Arbeitsplätze fensternah und unter Berücksichtigung der Sehaufgabe angeordnet werden.

Tageslichtunterstützende Elemente (Tageslichtlenksysteme) erhöhen den Tageslichtanteil, insbesondere in den Raumteilen, die keine ausreichende Tageslichtversorgung besitzen, z. B. große Räume, Hallen die nur eine Fensterfront besitzen (*UNI Berlin*). Gute Tageslichtlenksysteme<sup>9</sup> dienen zur Abschirmung überschüssiger Sonneneinstrahlung oder als Verstärkung schwacher Tageslichteinstrahlung (z. B. in der Raumtiefe) (vgl. z. B. *Köster*).

Es gibt gegenwärtig viele, im Detail unterschiedliche Entwicklungen von Tageslichtlenksystemen, wie u. a. von *Köster* und *Hentschel* beschrieben als:

- Diffuslicht-Umlenkung,
- Diffuslicht-Durchlass,
- Sonnenlicht-Umlenkung mit Heliostaten,
- Licht“transport“ durch Hohllichtleiter,
- Lichtstreuung (z. B. Dachoberlichter).

Man verwendet z. B. Metall- und Prismenplatten, holographisch-optische Elemente, Lichtlenk-Glas sowie Spiegelprofile. Bekannt sind u. a. Prismenlamellen, Glasspiegellamellen, Hologramme, transparente Dämmsysteme, Tageslichtjalousien, lichtlenkende Fassaden.

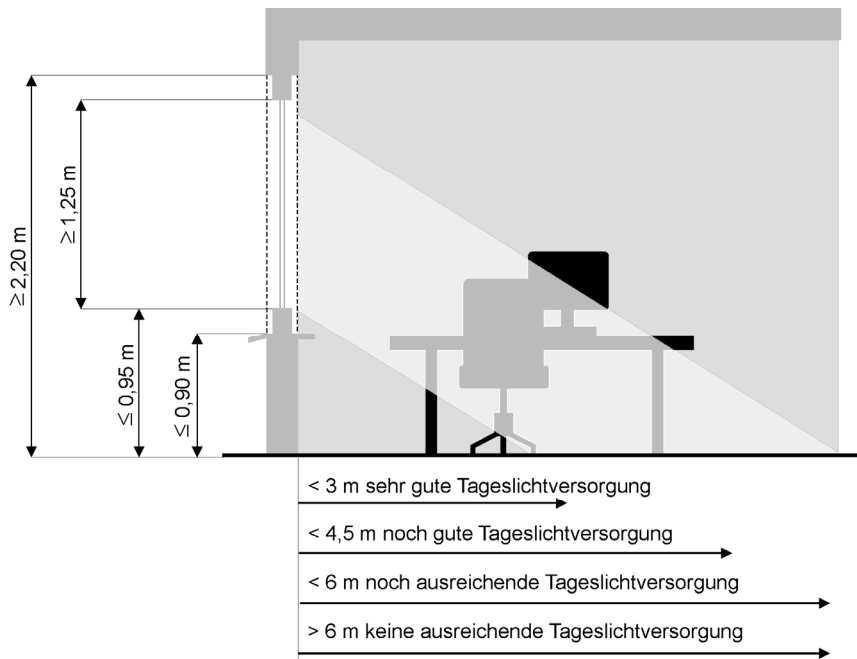
Nach *LV 41* werden beispielsweise für Werkhallen und ähnliche, große Arbeitsräume (> 100 m<sup>2</sup>) zusätzlich zu den Fensterflächen Dachoberlichter mit 8 % der Grundfläche empfohlen.

Der Grundgedanke im Abschnitt 2.4 der BGR 131, Teil 1 - Arbeitsplätze wo immer möglich mit Tageslicht zu beleuchten, da es Qualitätsmerkmale aufweist, die in ihrer Gesamtheit durch künstliche Beleuchtung nicht erreichbar sind - entspricht der Forderung der ArbStättV nach ausreichender Bereitstellung von Tageslicht. In dieser BGR werden die Anforderungen zur Tageslichtversorgung in Abhängigkeit von der Raumtiefe grafisch dargestellt (siehe Abb. 4.1), wobei dieses Beispiel für Räume gilt, in denen die Fensterfront nahezu über die gesamte Raumbreite reicht.

---

<sup>9</sup> Anmerkung:

Der Vorteil von Tageslichtlenksystemen ist die Möglichkeit, Richtung und Intensität des Tageslichtes im Innenraum zu bestimmen. Es lässt sich eine gleichmäßigere Verteilung des Tageslichtes z. B. im Arbeitsraum erzielen, hintere Raumbereiche werden aufgehellert, so dass größere Anteile der Grundfläche des Raumes mit Arbeitsplätzen versehen werden können. Berücksichtigt werden muss beim Einsatz dieser Systeme der durch den höheren Tageslichtanteil verbundene zusätzliche Wärmeeintrag.



**Abb. 4.1** Tageslichtversorgung in Abhängigkeit von der Raumtiefe  
(nach *BGR 131*, Teil 2, Pkt. 4.1.1)

Für Informationen zum Beleuchtungsniveau durch Tageslicht verweist diese BGR auf die *BGI 7007*, die gegenwärtig erarbeitet wird.

In der *LV 41* sind beispielsweise die Anforderungen an eine ausreichende Tageslichtversorgung von Arbeitsstätten, die sich aus Bauordnungsrecht, Normung und arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen ergeben, als Empfehlungen für die Praxis in Form von „Richtwerten zur bauliche Gestaltung von Arbeitsräumen“ zusammengestellt.

#### 4.1.2 Tageslichtquotient

Zur Charakterisierung des Tageslichtes im Innenraum wird der Tageslichtquotient  $D$  herangezogen. Der Tageslichtquotient ist das Verhältnis der Beleuchtungsstärke an einem Punkt im Innenraum ( $E_p$ ) zur Beleuchtungsstärke im Freien ( $E_a$ ) ohne Berücksichtigung des direkten Sonnenlichtes.  $E_a$  wird an einer unverbauten Stelle bei bedecktem Himmel messtechnisch ermittelt:

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

Sofern die Raumgeometrie und die Anordnung der Fenster bekannt sind, kann der Tageslichtquotient auch rechnerisch ermittelt werden. Messung und Berechnung von Tageslicht in Innenräumen kann nach *DIN 5034* erfolgen.

Der Tageslichtquotient nimmt innerhalb des Raumes mit zunehmender Entfernung vom Fenster ab. Nach *DIN 5034* sollen Arbeitsräume einen Tageslichtquotienten von  $D = 1$  bis  $10 \%$  besitzen. Für Räume mit Oberlichtern, deren lichtdurchlässiger Anteil der Dachfläche bei  $8 \%$  liegt, soll  $D = 4 \%$  betragen. Nach *LV 41* wird empfohlen, dass an Arbeitsplätzen in Büroräumen, kleinen Werkstätten und Arbeitsräumen mit ähnlichen Abmessungen  $D$  mindestens  $1 \%$  betragen sollte.

### 4.1.3 Sonnenschutzmaßnahmen

Neben den positiven Aspekten des Tageslichtes für die Beleuchtung gibt es auch Gründe den Tageslichteintrag zu minimieren. Durch das Tageslicht, d. h. durch die **Sonneneinstrahlung**, kann sich die Temperatur im Raum bzw. am Arbeitsplatz in unzuträglicher Weise erhöhen. Außerdem können die Beschäftigten geblendet werden.

Diese unmittelbare Sonneneinstrahlung durch Fenster und Oberlichter, wie z. B. lichtdurchlässige Flächen aller Art in Dächern, Lichtkuppeln, Glaswänden, Glasflächen in Scheddächern und Lichtbänder, lässt sich durch

- bauliche Maßnahmen und
- einrichtungstechnische Maßnahmen

verhindern, wodurch gleichzeitig die Erwärmung des Arbeitsbereichs reduziert bzw. vermieden wird.

Fenster und Oberlichter sind deshalb in der Gebäudefassade oder im Dach so anzuordnen, dass Arbeitsplätze in Räumen, Verkehrswege oder sonstige Räume, in denen sich Beschäftigte aufhalten, keiner starken Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden. Diesbezügliche Anforderungen befinden sich in der ArbStättV und im Bauordnungsrecht der Länder.

In der *S 42* werden wirksame Sonnenschutzmaßnahmen, die gegen Blendung durch Sonnenlicht und gegen Wärmestrahlung vorzusehen bzw. zu planen sind wie folgt dargestellt:

- primär durch entsprechende Gestaltung des Gebäudes und Anordnung des Arbeitsplatzes, z. B. Gebäudeorientierung, Vordächer, Sonnenschutzglas,
- sekundär durch mit dem Gebäude verbundene einstellbare Einrichtungen, z. B. Außenjalousien, Markisen oder mittels Verschattung durch Bäume und
- tertiär durch nachträgliche Maßnahmen, z. B. Rollos, Jalousien, Textil-Lamellen.

Für Bildschirm- und Büroarbeitsplätze stellt die *BGI 827* geeignete Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen mit ihren Vor- und Nachteilen dar. Sie untergliedert diese Sonnenschutzvorrichtungen in:

- außenliegende, z. B. Außenjalousien und Markisen sowie
- zwischen den Fenstern liegende und
- innenliegende, z. B. Vertikaljalousien, Stoffrollos, Metallfolierollos, Innenjalousien und Falstores.

Wichtige Kennwerte für Sonnenschutzvorrichtungen aus Gewebe und Folien sind ihre Transmissionsgrade  $T_v$ .  $T_v$  ist der Lichttransmissionsgrad der Verglasung und gibt an, wie hoch der Anteil des durch eine Verglasung durchgelassenen Lichtes ist. Dazu enthält diese BGI ein Ermittlungsschema.

Zur umfassenden Darstellung der Thematik Tageslicht und Einsatz von Sonnenschutzmaßnahmen im Bürobereich wird im Auftrag der BAuA vom ERGONOMIE - Institut Berlin eine Quartbroschüre erarbeitet.

#### 4.1.4 Sichtverbindung nach außen

Die alte ArbStättV von 1975 enthielt die Forderung nach einer Sichtverbindung nach außen, die aktuelle *ArbStättV* enthält eine solche Anforderung nicht (siehe Punkt 2.1.1).

Beschäftigte können sich bei Fehlen einer Sichtverbindung zur Außenwelt, z B. keine freie Sicht in die Umgebung, kein Erleben des Tagesablaufes und der Witterung wie in einem Bunker eingeschlossen fühlen, was aus arbeitsphysiologischer Sicht vermieden werden sollte. Dieser Effekt trifft insbesondere für sehr kleine Arbeitsräume zu. Je größer die Raumdimensionen sind, desto mehr verliert die Forderung nach einer Sichtverbindung nach außen an Bedeutung.

Sollen Sichtverbindungen nach außen, insbesondere für kleine Arbeitsräume, eingerichtet werden, kann dies mit § 4 Nr. 3 *ArbSchG* begründet werden. Neben der *ASR 7/1* kann die *LV 41*, die im Zusammenhang mit der Darstellung der Tageslichtnutzung Hinweise zur Gestaltung einer Sichtverbindung nach außen enthält, als Planungshilfe herangezogen werden.

## 4.2 Künstliche Beleuchtung

### 4.2.1 Beleuchtungskonzepte

Die künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten sollte entsprechend der zu erledigenden Sehaufgaben bemessen werden. Dazu können unterschiedliche Varianten der Beleuchtung zugrunde gelegt werden. Die *BGR 131* empfiehlt zur Sicherstellung eines ausreichenden Beleuchtungsniveaus in Arbeitsstätten die Anwendung folgender Beleuchtungskonzepte:

#### 1. Raumbezogene Beleuchtung

Sie wird angewendet, wenn ein Raum in seiner ganzen Ausdehnung weitgehend gleichmäßig auszuleuchten ist, wobei besondere Erfordernisse einzelner Raumteile nicht berücksichtigt sind. Das kann z. B. der Fall sein, wenn

- überall gleiche Sehbedingungen benötigt werden,
- eine flexible Anordnung der Arbeitsplätze vorgesehen ist bzw.
- bei der Planung die Zuordnung der Arbeitsplätze und räumliche Aufteilung nicht bekannt ist.

## 2. Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung

Sie dient zur allgemeinen Beleuchtung von Bereichen eines Raumes, bei denen Arbeits- und Umgebungsbereiche separat beleuchtet werden sollen. Das ist z. B. vorteilhaft, wenn

- Arbeitsaufgaben, Arbeitsplätze und damit die Arbeitsbereiche bereits festgelegt sind bzw.
- unterschiedliche Aufgaben vorgesehen sind, die unterschiedliche Beleuchtungsbedingungen erfordern.

## 3. Teilflächenbezogene Beleuchtung

Sie dient zur Beleuchtung einer speziellen Sehaufgabe innerhalb eines Arbeitsbereiches und kann z. B. erforderlich werden, wenn

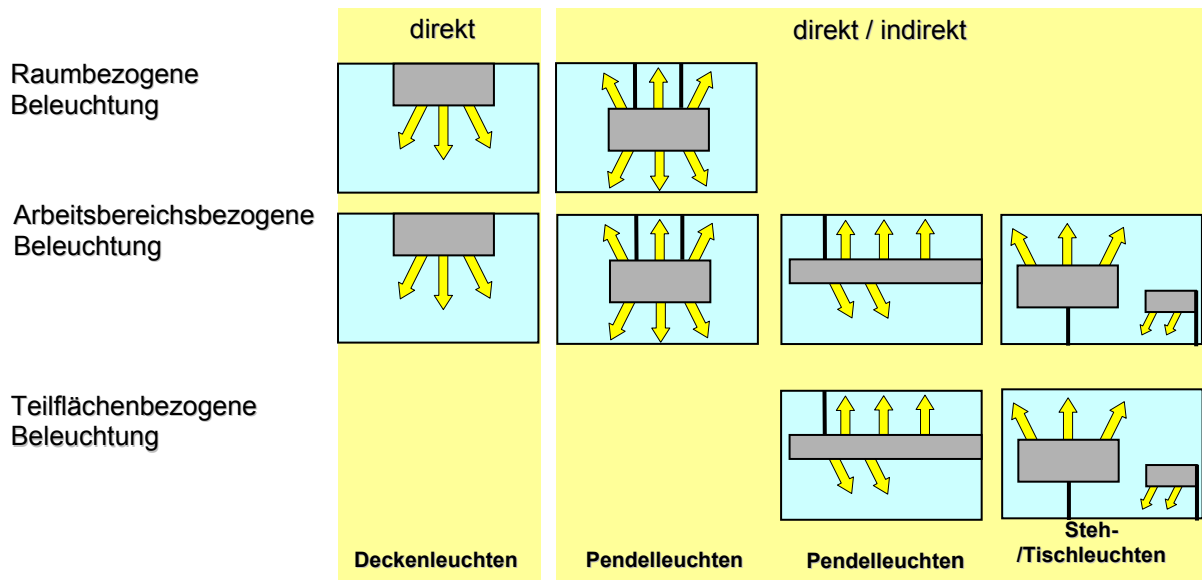
- innerhalb des Arbeitsbereichs unterschiedliche Sehaufgaben bzw. Tätigkeiten zu erfüllen sind,
- schwierige Sehaufgaben bestehen bzw.
- die Anpassung an das individuelle Sehvermögen des Beschäftigten notwendig ist.

### 4.2.2 Beleuchtungsart

Bei der Auswahl der künstlichen Beleuchtung muss auf sicherheitstechnische, ergonomische und lichttechnische Erfordernisse geachtet werden, wonach die Beleuchtungsart für die zu installierende Beleuchtungsanlage ausgewählt wird. Als Beleuchtungsarten können **Direkt- und Indirektbeleuchtung** zum Einsatz kommen. Die Kombination beider Beleuchtungsarten wird in *der FGL - Schriftenreihe, Heft 04* am Beispiel von Büroarbeitsplätzen und -räumen empfohlen.

Dazu stehen zahlreiche **Leuchten** bzw. Leuchtensysteme mit unterschiedlicher Lichtwirkung zur Verfügung, z. B. von der klassischen, direkt strahlenden Einbauleuchte über direkt/indirekt strahlende Anbau-, Pendel-, Wand- oder Tisch- und Stehleuchte mit variabler Lichtverteilung bis zu computergesteuerten Lichtsystemen.

Entsprechend der vorgenannten Beleuchtungskonzepte können sich beispielsweise folgende Kombinationsmöglichkeiten ergeben:



**Abb. 4.2** Einsatz von Beleuchtungsarten an Büroarbeitsplätzen und -räumen nach Beleuchtungskonzepten (nach *FGL - Schriftenreihe, Heft 04*)

Wie aus der Abbildung zu ersehen ist, können für die arbeitsbereichsbezogene sowie teilflächenbezogene Beleuchtung zusätzlich Arbeitsplatzleuchten verwendet werden.

### 4.2.3 Gestaltungshinweise

Gestaltungshinweise u. a. für die künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten sind in der Sonderschrift S 42 der BAuA<sup>10</sup> aufgeführt und in der nachfolgenden Tabelle, unter Zuordnung zu den Güteigenschaften, beispielhaft dargestellt.

<sup>10</sup> Anmerkung:  
Die S 42 enthält im Abschnitt Beleuchtung den Punkt 8.3 mit einer Darstellung von Arbeitsschutzmaßnahmen.



**Tab. 4.1** Gestaltungshinweise für die künstliche Beleuchtung (nach S 42)

Gütemerkmal	Gestaltungshinweise
Beleuchtungsstärke	Sicherung einer ausreichend hohen Beleuchtungsstärke nach Art der Sehaufgabe oder Tätigkeit bzw. des Raumes oder Bereiches.
Leuchtdichte, Örtliche Gleichmäßigkeit und Reflexionsgrade	<p>Am Arbeitsplatz sollten in der Mitte des Gesichtsfeldes die helleren und außen die dunkleren Flächen liegen.</p> <p>Die Leuchtdichten (Flächenhelligkeiten) aller größeren Flächen und Gegenstände im Gesichtsfeld sollten möglichst gleicher Größenordnung sein.</p> <p>Flächenhelligkeiten in den häufigsten Blickrichtungen sollten durch Farb- und Lichtgebung ausgeglichen werden.</p> <p>Eine größere Zahl von Leuchten mit niedrigen Leuchtdichten ist günstiger als wenige mit hohen Leuchtdichten.</p>
Begrenzung der Blendung	<p>Im Gesichtsfeld einer arbeitenden Person, d. h. dem Teil der Umgebung, der mit ruhendem Kopf und ruhenden Augen überblickt werden kann, soll sich kein Leuchtkörper befinden.</p> <p>Bei allen Leuchten sollte durch Abschirmungen die Blendwirkung begrenzt werden, z. B. durch Reflektoren, Raster bzw. Einbauten.</p> <p>Der Winkel zwischen horizontaler Blickrichtung und einer Verbindungslinie Auge - Leuchtkörper sollte mehr als 30° betragen.</p> <p>Zur Vermeidung von Blendungen durch Spiegelungen sollte der Arbeitsplatz zur Lichtquelle (oder Lichtquelle zum Arbeitsplatz) so angeordnet sein, dass die häufigste Blickrichtung nicht mit reflektiertem Licht zusammenfällt.</p> <p>Auf reflektierende Farben und Materialien an Maschinen, Apparaten, Tischflächen, Schalttafeln usw. zur Vermeidung von Spiegelungen sollte verzichtet werden.</p>
Körperwiedergabe	Es sollten ausgewogene Schatten mit weichen Rändern angestrebt werden, dabei sollte der Hauptanteil des Lichtes seitlich von oben einfallen.
Flimmerfreiheit	<p>Leuchtstofflampen mit sichtbarem Flimmern oder Flackern sind unverzüglich zu ersetzen.</p> <p>Geeignete Maßnahmen gegen stroboskopischen Effekt sollten getroffen werden (Zwei- oder Dreiphasenschaltung, Vorschaltgeräte mit HF-Betrieb).</p>

### 4.3 Sicherheitsbeleuchtung

Die Sicherheitsbeleuchtung ist eine Notbeleuchtung, die der Verhütung von Unfällen, sowie der Evakuierung und der Rettung von Personen dienen soll, wenn durch Ausfall der Allgemeinbeleuchtung Gefährdungen zu befürchten sind.

Sie soll gewährleisten, wenn die Stromversorgung für die Allgemeinbeleuchtung gestört ist bzw. ausfällt, dass

- Personen die Räume bzw. Gebäude sicher verlassen können oder
- gefährliche Tätigkeiten sicher beendet werden können.

Nicht nur Sicherheitsbeleuchtung sondern auch Sicherheitszeichen und Sicherheitsleitsysteme können das ermöglichen. Deshalb sollten diese Komponenten im Zusammenhang betrachtet werden. Sie können, wie in der LV 41 beschrieben, für Arbeitsstätten wie folgt eingesetzt werden:

**Tab. 4.2** Anwendungsgebiete von Sicherheitsbeleuchtung, Sicherheitsleitsystemen und Sicherheitszeichen (nach LV 41)

Grundfläche des Raumes	Räume mit Fenstern, die überwiegend am Tage genutzt werden	Räume ohne Fenster und Räume mit Fenstern, die auch nachts genutzt werden	Räume mit erhöhter Gefährdung <sup>*)</sup>
< 30 m <sup>2</sup>		SZ	SZ
30 - 100 m <sup>2</sup>	SZ	SZL	SBF und SZL
> 100 - 2.000 m <sup>2</sup>		SBF und SZ/SZL	SBF und SZ/SZL
> 2.000 m <sup>2</sup> <sup>**)</sup>	SBF und SZ/SZL		

SZ Sicherheitszeichen

SZL Sicherheitszeichenleuchte

SBF Sicherheitsbeleuchtung der Fluchtwege

<sup>\*)</sup> z. B. Räume, in denen mit offenen radioaktiven, explosionsgefährlichen oder toxischen Stoffen umgegangen wird

<sup>\*\*)</sup> Bei der Berechnung der Grundfläche des Arbeitsraumes sind die Grundflächen der einzelnen Räume, die jeweils kleiner als 2.000 m<sup>2</sup> sind, zu addieren, wenn diese gemeinsame Fluchtwege, z. B. Flure, Treppenhäuser oder Tunnel, haben.

Sicherheitsleitsysteme werden als Ergänzung zur Sicherheitsbeleuchtung und zu Sicherheitszeichen verwendet. Bei Sicherheitsleitsystemen handelt es sich um durchgehende Leitsysteme, sog. „bodennahe Systeme“, die mit Hilfe optischer Markierungen, Sicherheitszeichen, Richtungsangaben usw. einen sicheren Fluchtweg vorgeben. Diese Leitsysteme können bodennahe lichtspeichernde oder bodennahe elektrisch betriebene Komponenten haben und im Einzelfall auch richtungsvariabel sein.

In Räumen mit großen Menschenansammlungen ist es zweckmäßig eine Antipanikbeleuchtung einzusetzen. Sie dient der Panikvermeidung und soll Personen gewährleisten, eine Stelle zu erreichen, von der aus ein Fluchtweg eindeutig als solcher erkannt werden kann.

### **Anforderungen für Arbeitsstätten**

Die Sicherheitsbeleuchtung hat während der betrieblich erforderlichen Zeit rechtzeitig wirksam zu werden und die erforderliche Mindestbeleuchtungsstärke über eine festgelegte Dauer zu ermöglichen.

Detaillierte Anforderungen sind in der *BGR 216*, *ASR 7/4*, *DIN EN 1838* und der *LV 41* enthalten. Dabei handelt es sich um Anforderungen für

- Sicherheitsbeleuchtung für  
Fluchtwege  
Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung
- Antipanikbeleuchtung
- Sicherheitsleitsysteme  
bodennahe lichtspeichernde  
bodennahe elektrisch betriebene.

Für die Sicherheitsbeleuchtung in Arbeitsstätten gilt als Minimum der Beleuchtungsstärke 1 lx. Die Beleuchtungsstärke bezieht sich auf die Mittellinie des Fluchtweges in 0,20 m Höhe über dem Fußboden oder den Treppenstufen. Die Beleuchtungsstärke der Sicherheitsbeleuchtung soll 50 % der Beleuchtungsstärke innerhalb von 5 s, und die volle Beleuchtungsstärke unterhalb von 15 s erreichen. Die Nutzungsdauer richtet sich nach den betrieblichen Gegebenheiten und beträgt üblicherweise 60 min. Die Lichtfarbe der Sicherheitsbeleuchtung ist so zu wählen, dass die Sicherheitsfarben erkennbar bleiben. Der allgemeine Farbwiedergabe-Index  $R_a$  darf nicht unter 40 liegen. Blendung ist zu vermeiden.

Bei der Planung und dem Bau von Beleuchtungssystemen für die Sicherheitsbeleuchtung sollten die detaillierten Anforderungen der *DIN EN 1838* mit beachtet werden.

## 5 Unfallgefährdungen, Gesundheitsgefährdungen

Eine unzureichende Beleuchtung im Bereich der Sehaufgabe kann zu erhöhter Unfallgefährdung sowie zu steigender Beanspruchung und vorzeitiger Ermüdung gekoppelt mit einer höheren Fehlerquote führen. Vielfältige Faktoren, wie beispielsweise zu geringe Beleuchtungsstärke, Blendung, Reflexion, fehlende Kontraste, Lichtrichtung, Schattenwirkung, hohe Helligkeitsunterschiede, Farbverfälschung sind als Ursachen für das Unfallgeschehen anzusehen. Zu berücksichtigen ist auch, dass bei älteren Beschäftigten eine höhere Unfallgefährdung gegeben sein kann, da mit zunehmendem Alter die Fähigkeiten des Sehapparates reduziert werden. Es steigt der Lichtbedarf und die Empfindlichkeit gegenüber Blendung nimmt zu.

Gefährdungen können entstehen u.a. durch:

- reduzierte Sehfähigkeit, z. B. bei Menschen mit Sehbehinderungen,
- unangemessene Beleuchtungsstärke, dadurch z. B.
  - Erfüllung der Sehaufgabe gefährdet,
  - nicht rechtzeitiges Erkennen von Stolperstellen,
  - Anstoßen von Personen an Gegenstände im Raum,
- zu große Beleuchtungsstärkeunterschiede innerhalb des Bereiches der Sehaufgabe oder zwischen Arbeitsplatz und Umgebung oder im weiteren Umfeld,
- größere Helligkeitsunterschiede im Bereich der Sehaufgabe, führen z. B. zur Ermüdung,
- Direktblendung, z. B. unmittelbares Sehen in eine Lichtquelle,
- Reflexblendung, z. B. spiegelnde Oberflächen,
- zu weiche oder zu große Kontraste erzeugt,
- Schlagschatten, die Gefahrenquellen überdecken können, z. B. auf Treppen (räumliche Erstreckung der Stufen ist nicht klar bestimmbar),
- unangepasste Lichtrichtung, führt z. B. zu mangelnder Erkennbarkeit von Feinheiten und eventuell zur Blendung,
- Farbverfälschung, z. B. Erkennbarkeit von Sicherheitsfarben und
- optische Täuschung durch stroboskopischen Effekt (scheinbarer Stillstand oder scheinbar langsamere Bewegung rotierender Teile bei der Beleuchtung mit Leuchtstofflampen).

Eine unzureichende Beleuchtung als Unfallursache ist grundsätzlich nicht auszuschließen, obwohl diese in den *Jahresberichten der Gewerbeaufsichtsämter und der BUK*, sowie *Dörr et. al. (2004)* statistisch weder erfasst noch zahlenmäßig ausgewiesen wird. So wird eine fehlende oder unzureichende Beleuchtung im Zusammenhang mit der Erhebung von Unfällen durch Stolpern, Umknicken und Fehltreten genannt. Dabei ist die häufigste Unfallursache das Ausrutschen und Stolpern im Bereich von Treppen, Gängen und Verkehrswegen. Beispielhafte Lösungen für die Gestaltung einer sicheren Beleuchtung von Treppen und Fluren werden von der FGL in *Lichtforum 44* der Praxis zur Verfügung gestellt.

Es existieren in der Literatur nur wenige Aussagen zum konkreten Zusammenhang von Unfällen und mangelhafter Beleuchtung. Einzeluntersuchungen belegen, dass bei untersuchten Unfällen bei 56 % der Fälle eine Unterschreitung der erforderlichen Beleuchtungsstärke festgestellt wurde. Durch Erhöhung der Beleuchtungsstärke konnten ein Rückgang der Unfallhäufigkeit um 36 % erreicht werden. Des Weiteren wurde die Abhängigkeit von Beleuchtung und Produktionssteigerung bzw. Fehlerquote nachgewiesen, *Suttrop (1984)*.

## 6 Gesundheitliche Aspekte des Tageslichteinflusses

In der Literatur werden die positiven Wirkungen des Tageslichtes auf den Menschen immer wieder hervorgehoben, Langzeitstudien über gesundheitliche Auswirkungen bedingt durch Tageslichtmangel am Arbeitsplatz sind aber nicht bekannt.

Der Mensch ist entwicklungsgeschichtlich an das Tageslicht angepasst. So beeinflusst das Tageslicht die physische und psychische Verfassung des Menschen und seine Leistungsfähigkeit positiv. Tageslicht hat nicht nur direkten Einfluss auf das Sehvermögen (Sehen mit Stäbchen und Zäpfchen auf der Netzhaut des Auges), sondern beeinflusst auch das vegetative Nervensystem und die Lebensfunktionen des Körpers, z. B. Atmung, Verdauung, Hormonhaushalt. Mit dem Tageslicht wird nach neueren medizinischen Erkenntnissen die innere Uhr des Menschen synchronisiert (Tag-Nacht-Rhythmus). Eine gesundheitsfördernde Wirkung der künstlichen Beleuchtung lässt sich z. B. nach *Rodahl 2003* durch Einsatz hoher Lichtdosis sowie durch geeignete spektrale Zusammensetzung des Lichtes erreichen.

Durch nichtausreichendes Tageslicht kann es beispielsweise zu Befindlichkeitsstörungen kommen, wie Augenermüdung (Augenbeschwerden und Kopfschmerzen) als auch allgemeine Ermüdung (z. B. Mattigkeit, herabgesetzte Aufmerksamkeit und Leistungsfähigkeit). Zu berücksichtigen ist außerdem, dass mit zunehmendem Alter die Fähigkeiten des Sehsystems reduziert werden und der Lichtbedarf steigt.

Tageslichtmangel kann aber auch durch die Jahreszeit oder das Wetter auftreten. Bekannt sind beispielsweise die sog. Winterdepressionen, die bei vielen Menschen als Folge nicht ausreichenden Tageslichtes in den Herbst- und Wintermonaten auftreten.

Die gesundheitlichen Wirkungen von Licht und Beleuchtung werden in der Ergonomie und in der Arbeitsmedizin in der Regel im Sinne der Arbeitssicherheit betrachtet. Diesbezügliche Untersuchungen sind u. a. im Forschungsprojekt "Licht und Gesundheit" vom ERGONOMIC Institut für Arbeits- und Sozialforschung mbH Berlin enthalten. Beispielsweise wurde von *Cakir 1998* festgestellt, dass Fehler bei der Ausführung der Beleuchtung von Arbeitsstätten eine wichtige Ursache des sogenannten „Sick Building Syndroms“ darstellen.

Gute Farbeigenschaften hat das Licht der **Vollspektrumlampen**, die als Tageslichtersatz angesehen werden. Sie haben ein ähnliches Spektrum wie das Tageslicht, im Gegensatz zu den herkömmlichen Leuchtstofflampen. Derzeit liegen aber keine ausreichend gesicherten wissenschaftlichen Untersuchungen vor, die die Wirkung von Vollspektrumlampen auf Gesundheit und Wohlbefinden der Beschäftigten belegen.

Vollspektrumlampen erzeugen eine tageslichtweiße Lichtfarbe, die jedoch zu grell und kühl empfunden wird. Dieses Licht wirkt daher auch scheinbar heller als beispielsweise das vergleichbare Licht der Lichtfarben „ww“ und „nw“ von Leuchtstofflampen. Zweckmäßig ist ihr Einsatz z. B. für Tätigkeiten, bei denen es auf ein besonders hohes und fehlerfreies Erkennen von Farben ankommt.

## 7 Zusammenfassung

Eine ausreichende Beleuchtung von Arbeitsstätten ist einerseits Voraussetzung für die Erfüllung der mit der Tätigkeit verbundenen Sehaufgabe andererseits für eine Vermeidung von Unfall- und Gesundheitsgefahren.

Die grundlegenden Anforderungen für die Beleuchtung von Arbeitsstätten enthält die ArbStättV. Diese sind keine Detailforderungen und Maßzahlen, sondern flexible Grundvorschriften als Schutzziele und allgemein gehaltene Anforderungen in Form von unbestimmten Rechtsbegriffen.

Die detaillierten Anforderungen zur Beleuchtung, d. h. für ein sicheres und gesundheitsgerechtes Einrichten und Betreiben der Arbeitsstätte, werden vom Arbeitgeber auf der Basis einer Gefährdungsermittlung nach § 5 ArbSchG getroffen.

Nach der ArbStättV müssen Arbeitsstätten möglichst ausreichend Tageslicht erhalten und mit einer angemessenen künstlichen Beleuchtung ausgestattet sein, d. h. Arbeitsstätten sind vorrangig mit Tageslicht zu beleuchten.

Die Anforderungen der ArbStättV zur Beleuchtung werden in Arbeitsstättenregeln konkretisiert. Dafür wird gegenwärtig vom ASTA eine ASR A3.4 „Beleuchtung“ erarbeitet.

Auf dem Gebiet der nationalen Normung zur Beleuchtung erfolgt derzeit eine Umsetzung europäischer Normen, wodurch derzeit bestehende Normen abgelöst bzw. überarbeitet werden. Der bisher bestehende Normenbezug für die bis 2010 weitergeltenden Arbeitsstätten-Richtlinien zur Beleuchtung ist damit nicht mehr aktuell. Diese Aspekte werden bei der Erarbeitung der neuen ASR A3.4 berücksichtigt.

Bei der Planung der Beleuchtung in Arbeitsstätten werden gegenwärtig die europäischen Normen herangezogen. Auf dieser Basis liefert z. B. die BGR 131 Beleuchtungskonzepte.

Der Praxis stehen umfangreiche Informationsquellen und Handlungshilfen zur Gestaltung der Beleuchtung zur Verfügung, z. B. die BGR 131 und die LV 41. Weitere Handlungshilfen zur Thematik Tageslicht und Sonnenschutzmaßnahmen werden gegenwärtig erarbeitet (z. B. BGI 7007, Fremdforschungsprojekt F 2122 der BAuA).

Einfache praxisnahe Beurteilungsmöglichkeiten für die Gütemerkmale gibt es zu wenig. Beispielsweise ist das UGR-Verfahren zur Bewertung der Blendung nicht für die Praxis, z. B. KMU, geeignet und nur von Fachleuten anwendbar. Sinnvoll wäre es für die Planung und Konzipierung der Beleuchtung sowie für die Beurteilung bestehender Beleuchtungsanlagen der Praxis einfache Mess- und Bewertungsmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen.

Eine unzureichende Beleuchtung als Unfallursache belegen bisher nur Einzeluntersuchungen. Aufgrund der vielfältigen Einflussgrößen lässt sich der konkrete Zusammenhang von Unfällen und mangelhafter Beleuchtung nur schwer erfassen. Es ist zu prüfen, ob auf der Basis einfacher Beurteilungskriterien diesbezügliche Untersuchungen zum Unfallgeschehen durchführbar sind.

## 8 Quellenverzeichnis

### Richtlinien der EU

#### **Arbeitsstättenrichtlinie**

Richtlinie 89/654/EWG - Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Arbeitsstätten. Abl. vom 30. Dezember 1989 Nr. L393 S. 1

#### **Maschinenrichtlinie**

Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen

### Gesetze, Vorschriften und Regelungen

#### **ArbSchG**

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG) vom 7. August 1996, BGBl. I S. 1246, zuletzt geändert am 30.7.2004

#### **ArbStättV**

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) vom 12. August 2004. BGBl. I Nr. 44 S. 2179, zuletzt geändert durch Art. 388 Arbeitsstättenverordnung (v. 31.10.2006). BGBl. I S. 2407

#### **BildscharbV**

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Bildschirmarbeitsverordnung - BildscharbV), vom 04. Dezember 1996, BGBl. I S. 1841

**Arbeitsstätten-Richtlinie ASR 7/1.** Sichtverbindung nach außen. April 1976

**Arbeitsstätten-Richtlinie ASR 7/3.** Künstliche Beleuchtung. November 1993

**Arbeitsstätten-Richtlinie ASR 7/4.** Sicherheitsbeleuchtung. März 1981

**Arbeitsstätten-Richtlinie ASR 41/3.** Künstliche Beleuchtung für Arbeitsplätze und Verkehrswege im Freien. November 1993



## Handlungshilfen

### **LV 40**

Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (Hrsg.):  
Leitlinien zur Arbeitsstättenverordnung. LASI LV 40. April 2005

### **LV 41**

Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (Hrsg.):  
Handlungsanleitung zur Beleuchtung von Arbeitsstätten: Gesicherte arbeitswissen-  
schaftliche Erkenntnisse für Tageslicht in Gebäuden, künstliches Licht in Gebäuden,  
künstliches Licht im Freien, Sicherheitsbeleuchtung. LASI LV 41. Mai 2005

## Regelungen der Unfallversicherungsträger

**BGR 131 (bisher ZH 1/190):** Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeits-  
stätten:

Teil 1: Handlungshilfe für den Unternehmer

Teil 2: Leitfaden zur Planung und zum Betrieb der Beleuchtung.

HVBG (Hrsg.). Oktober 2006

**BGR 216 (bisher ZH 1/190.1):** Optische Sicherheitsleitsysteme (einschließlich Si-  
cherheitsbeleuchtung). HVBG (Hrsg.). Juli 2001

**BGI 523 (bisher ZH 1/28):** Mensch und Arbeitsplatz - VMBG(Hrsg.) - Stand 2003

**BGI 650:** Bildschirm- und Büroarbeitsplätze: Leitfaden für die Gestaltung -  
BG 31 (Hrsg.) - Januar 2006

**BGI 774:** Arbeitssystem Büro - Hilfen für das systematische planen und einrichten  
von Büros - BG 31 (Hrsg.) - März 2001

**BGI 827:** Sonnenschutz im Büro: Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und  
Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen - BG 31 (Hrsg.)  
- Februar 2005

**BGI 856:** Beleuchtung im Büro; Hilfen für die Planung von Beleuchtungsanlagen von  
Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen - BG 31 (Hrsg.) - März 2005

**BGI 7007:** Tageslicht am Arbeitsplatz - Antworten auf die häufigsten Fragen (in Vor-  
bereitung)

**Normen****DIN 5034** Tageslicht in Innenräumen**DIN 5034-1**, Ausgabe: 1999-10

Tageslicht in Innenräumen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

**DIN 5034-2**, Ausgabe: 1985-02

Tageslicht in Innenräumen; Grundlagen

**DIN 5034-3**, Ausgabe: 2007-02

Tageslicht in Innenräumen - Teil 3: Berechnung

**DIN 5034-4**, Ausgabe: 1994-09

Tageslicht in Innenräumen - Teil 4: Vereinfachte Bestimmung von Mindestfenstergrößen für Wohnräume

**DIN 5034-5**, Ausgabe: 1993-01

Tageslicht in Innenräumen; Messung

**DIN 5034-6**, Ausgabe: 2007-02

Tageslicht in Innenräumen - Teil 6: Vereinfachte Bestimmung zweckmäßiger Abmessungen von Oberlichtöffnungen in Dachflächen

**DIN 5035** Beleuchtung mit künstlichem Licht**DIN 5035-3**, Ausgabe: 2006-07

Beleuchtung mit künstlichem Licht - Teil 3: Beleuchtung im Gesundheitswesen

**DIN 5035-6**, Ausgabe: 2006-11

Beleuchtung mit künstlichem Licht - Teil 6: Messung und Bewertung

**DIN 5035-7**, Ausgabe: 2004-08

Beleuchtung mit künstlichem Licht - Teil 7: Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen

**DIN 5035-8**, Ausgabe: 2007-07

Beleuchtung mit künstlichem Licht - Teil 8: Arbeitsplatzleuchten – Anforderungen, Empfehlungen und Prüfung

**DIN EN 12464** Beleuchtung von Arbeitsstätten**DIN EN 12464, Teil 1**: Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Arbeitsstätten in Innenräumen. Ausgabe: 2003-03**DIN EN 12464, Teil 2**: Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Arbeitsplätze im Freien. Ausgabe: 2007-10**DIN EN 12665**: Licht und Beleuchtung - Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung, Ausgabe: 2002-09

**DIN EN 13032** Messung**DIN EN 13032-1**, Ausgabe: 2004-10

Licht und Beleuchtung - Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten - Teil 1: Messung und Datenformat; Deutsche Fassung EN 13032-1:2004

**DIN EN 13032-1 Berichtigung 1**, Ausgabe: 2006-05

Licht und Beleuchtung - Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten - Teil 1: Messung und Datenformat; Deutsche Fassung EN 13032-1:2004, Berichtigungen zu DIN EN 13032-1:2004-10; Deutsche Fassung EN 13032-1:2004/AC:2005

**DIN EN 13032-2**, Ausgabe: 2005-03

Licht und Beleuchtung - Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten - Teil 2: Darstellung der Daten für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien; Deutsche Fassung EN 13032-2:2004

**DIN EN 13032-2 Berichtigung 1**, Ausgabe: 2007-07

Licht und Beleuchtung - Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten - Teil 2: Darstellung der Daten für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien; Deutsche Fassung EN 13032-2:2004, Berichtigungen zu DIN EN 13032-2:2005-03; Deutsche Fassung EN 13032-2:2004/AC:2007

**DIN EN 13032-3**, Ausgabe: 2007-12

Licht und Beleuchtung - Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten - Teil 3: Darstellung von Daten für die Notbeleuchtung von Arbeitsstätten; Deutsche Fassung EN 13032-3:2007

**DIN EN 1837**, Ausgabe: 1999-03

Sicherheit von Maschinen - Maschinenintegrierte Beleuchtung

**DIN EN 1838**: Angewandte Lichttechnik - Notbeleuchtung. Ausgabe: 1999-07

## **Informationsquellen**

### ***FVLR* - Schriftenreihe:**

(Fachverband Lichtkuppel, Lichtband und RWA e. V.: [www.fvlr.de/pub\\_hefte.htm](http://www.fvlr.de/pub_hefte.htm))

#### **Heft 3 (Vollständig überarbeitete Neuauflage)**

Tageslichttechnische Grundlagen - Was ist Licht? Strahlung und Licht, Tageslicht und Gesundheit, Tageslicht am Arbeitsplatz, Qualität der Tageslichtbeleuchtung.

#### **Heft 5**

Tipps und Hinweise für die Planung und Ausführung von Lichtkuppeln und Lichtbändern. Eine detaillierte Übersicht über Dachanschlüsse für alle am Bau Beteiligten.

#### **Heft 8 (Aktualisierte Auflage)**

Tageslicht und Wärmedämmung.

Energieeinsparverordnung (EnEV 2002): Lichtkuppeln und Lichtbänder erfüllen nach wie vor die Anforderungen.

#### **Heft 9**

Tageslichtberechnung im Detail. Enthält u. a. auch eine Formel, mit der die Gesamtfläche der Oberlichter überschlägig ermittelt werden kann.

#### **Heft 10 (Aktualisierte Neuauflage)**

Zusatznutzen von Lichtkuppeln und Lichtbändern: Raumlüftung. Enthält lüftungstechnische Grundlagen, Berechnungsformeln und Hinweise zur Geräteauswahl.

#### **Heft 11**

Gestaltung mit Dachlichtelementen: Enthält einen Überblick zur Geschichte der Tageslichtarchitektur, Hinweise für die Tageslichtplanung mit Dachlichtelementen und dem kreativen Umgang mit Tageslicht.

#### **Heft 13**

Tageslicht und Ergonomie: Leben und Arbeiten mit Tageslicht - Das Heft gibt Anregungen zur effizienten Nutzung von Tageslicht insbesondere am Arbeitsplatz.

#### **Heft 15**

Gestalten mit Tageslicht: Lichtplaner über Lichtkonzepte, Lichtverteilung, Raumqualität, Raumgestaltung und Oberlichtvariationen

#### **Heft 18**

Tageslicht am Arbeitsplatz:

Tageslicht gezielt nutzen, Tageslichteintrag durch Fenster, Taghell mit Dachoberlichtern

### ***FGL* - Schriftenreihe:**

(Fördergemeinschaft Gutes Licht: [www.licht.de/de/publikationen](http://www.licht.de/de/publikationen))

**Heft 01 "Die Beleuchtung mit künstlichem Licht" - ISBN 3-926 193-01-8**

**Heft 02 "Gutes Licht für Schulen und Bildungsstätten" - ISBN 3-926 193-02-6**

**Heft 03 "Straßen, Wege und Plätze" - ISBN 3-926 193-03-4**

**Heft 04 "Gutes Licht für Büros und Verwaltungsgebäude"**

- ISBN 3-926 193-04-02

**Heft 05 "Gutes Licht für Handwerk und Industrie"** - ISBN 3-926 193-13-1**Heft 06 "Gutes Licht für Verkauf und Präsentation"** - ISBN 3-926 193-06-9**Heft 07 "Gutes Licht im Gesundheitswesen"** - ISBN 3-926 193-07-7**Heft 08 "Gutes Licht für Sport und Freizeit"** - ISBN 3-926 193-08-5**Heft 09 "Repräsentative Lichtgestaltung"** - ISBN 3-926 193-09-3**Heft 10 "Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung"** - ISBN 3-926 193-10-7**Heft 11 "Gutes Licht für Hotellerie und Gastronomie"** - ISBN 3-926193-11-5**Heft 12 "Beleuchtungsqualität mit Elektronik"** - ISBN 3-926- 193-12-3**Heft 13 "Arbeitsplätze im Freien"** - ISBN 3-926 193-14-X**Heft 14 "Ideen für Gutes Licht zum Wohnen"** - ISBN 3-926 198-07-7**Heft 15 "Gutes Licht am Haus und im Garten"****Heft 16 "Stadtmarketing mit Licht"** - ISBN: 3-926 193-29-8**Heft 17 "LED - Licht aus der Leuchtdiode"** - ISBN 3-926 193-33-6**Heft 18 "Gutes Licht für Museen, Galerien, Ausstellungen"**

- ISBN 3-926 193-35-2

**Sonderveröffentlichung "Museumsbeleuchtung: Strahlung und ihr Schädigungspotenzial - Konservatorische Maßnahmen, Grundlagen zur Berechnung"****"Licht zum Wohnen - Beratung vom Elektroinstallateur-Handwerk"**

ISBN 3-926 193-27-4

**"Licht zum Arbeiten *innen* - Beratung vom Elektroinstallateur- Handwerk"**

ISBN 3-926 193-28-X

**ZVEI - Schriften:**

(Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.)

**Leitfaden zur DIN EN 12464-1****Lebensdauerverhalten von Entladungslampen für die Beleuchtung****Lichtzeichen - Zeichenvielfalt in der Lichtindustrie** (digitales Kompendium; alle für die Beleuchtungsindustrie relevanten Kennzeichen)

**Licht.forum** (aktuelle Licht-Themen im privaten wie auch im industriellen oder gewerblichen Bereich)

z. B. **Lichtforum 44**. Licht für Treppen und Flure. 2007

**DALI - Digital Addressable Lighting Interface** (DALI steht für intelligentes, funktionales Lichtmanagement)

**Schriftenreihe "licht.wissen"** ist der "licht.de-Wissensspeicher" (18 Titel)

**AMEV:**

(Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen)

Hinweise für die Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht in öffentlichen Gebäuden (Beleuchtung 2006). Berlin 2006

**BAuA - Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin**

**Sonderschrift S 42:** Ermittlung gefährdungsbezogener Arbeitsschutzmaßnahmen im Betrieb - Ratgeber

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse: Messung von Beleuchtungsanlagen in Innenräumen. BAuA Nr. 84. 1992. ISSN 0720-1699

**Tb 85**

Licht im Büro. Vorträge und Diskussionen der LiTG-Sondertagung in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin am 24. September 1997 in Dortmund. 1. Auflage. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH 1998. (Tagungsbericht, Tb 85).

ISBN: 3-89701-128-X

**Fb 753**

Gall, D.; Vandahl, C.; Greiner Mai, U.; Wolf, S.; Hehn, H.-P.:  
Einzelplatzbeleuchtung und Allgemeinbeleuchtung am Arbeitsplatz  
1998, 3-89429-800-6, 184

**Fb 807**

Hesse, J.; Müller, T.; Stolzenberg, K.:  
Blendungsbewertungsverfahren und UGR-System  
1998, 3-89701-182-4

**Fb 811**

Gall, D.; Jordanow, W.; Vandahl, C.; Wolf, S.; Helm, H.-P.:  
Beleuchtung von Sortierarbeitsplätzen im Recycling / Umweltschutz  
1998, 3-89701-200-6

**Fb 855**

Wieland, R.; Koller, F.:  
Bildschirmarbeit auf dem Prüfstand der EU-Richtlinie  
1999, 3-89701-394-0

**Fb 712**

Bodmann, H. W.; Eberbach, K.; Leszczynska, H.:  
Lichttechnische und ergonomische Gütekriterien der Einzelplatzbeleuchtung im Büro  
1995, 3-89429-568-6

**Fb 882**

Gall, D.; Vandahl, C.; Jordanow, W.; Jordanowa, S.:  
Tageslicht und künstliche Beleuchtung - Bewertung von Lichtschutzeinrichtungen  
2000, 3-89701-516-1

**Fb 881**

Völker, S.:  
Ermittlung von Beleuchtungsniveaus für Industriearbeitsplätze  
2000, 3-89701-512-9

**F 2122**

ERGONOMIC - Institut Berlin:  
Erarbeitung von Informationsmaterial zum Thema Tageslichtnutzung und Sonnenschutzmaßnahmen an Büroarbeitsplätzen (Forschungsvorhaben der BAuA - Quartbroschüre in Vorbereitung)

**Weitere Literaturquellen****Suttrop (1984)**

Suttrop, F.: Richtiges Licht im Gewerbebetrieb. Überprüfung von Beleuchtungsanlagen im Gewerbebetrieb. Licht 1/1984, s. 28 - 31).

**Dörr et. al. (2004)**

Dörr, R.; Kahl-Mentschel, A., Lehder, G.; Lins, S.; Wienhold, L.: Umsetzung des Arbeitsstättenrechts in Klein- und Mittelbetrieben. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Gründruck (Abschlußbericht des Projektes F 1891), 2004

**Rodahl (2003)**

Rodahl, K.: Occupational health conditions in extreme environments - Arbeitsbedingungen in extremen Arbeitsumgebungen. The annals of occupational hygiene, Band 47 (2003) Nr. 3).

**Cakir (1998)**

Cakir, A. u. G.: ERGONOMIC Institut. Licht und Gesundheit. Gesundheits- und Befindlichkeitsstörungen bei der Büro- und Bildschirmarbeit. Untersuchung zum Stand der Beleuchtungstechnik in deutschen Büros. 3. erweiterte Auflage, 1998

**Hentschel, H.-J.:** Licht und Beleuchtung - Grundlagen und Anwendungen der Lichttechnik. Hüthig Verlag. Heidelberg. 5. erweiterte Auflage, 2002

**Köster, H.:** Tageslichtdynamische Architektur. Grundlagen, Systeme, Projekte. Birkhäuser Buch. 2004. ISBN 978-3-7643-6729-9

**KAN-Briefe**

KAN-Brief 3/00: Beleuchtung von Arbeitsstätten

KAN-Brief 3/04: Beleuchtung am Arbeitsplatz - Welche Rolle kann die Normung spielen?

## Verzeichnis der Tabellen

	Seite
<b>Tab. 2.1</b> Beispiele für Informationsmaterial zur Gestaltung und Planung der Beleuchtung	11
<b>Tab. 3.1</b> Beispiele für Wartungswerte der Beleuchtungsstärke (nach <i>DIN EN 12464</i> , Teil 1 und Teil 2)	14
<b>Tab. 3.2</b> Abstufung der Wartungswerte der Beleuchtungsstärke (nach <i>LV 41</i> )	16
<b>Tab. 3.3</b> Lichtfarben künstlicher Lichtquellen	21
<b>Tab. 3.4</b> Beispiele für den Farbwiedergabe-Index $R_a$ (nach <i>DIN EN 12464</i> )	23
<b>Tab. 4.1</b> Gestaltungshinweise für die künstliche Beleuchtung (nach <i>S 42</i> )	32
<b>Tab. 4.2</b> Anwendungsgebiete von Sicherheitsbeleuchtung, Sicherheitsleitsystemen und Sicherheitszeichen (nach <i>LV 41</i> )	33

## Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
<b>Abb. 1.1</b> Einteilung der Beleuchtung	5
<b>Abb. 4.1</b> Tageslichtversorgung in Abhängigkeit von der Raumtiefe (nach <i>BGR 131</i> , Teil 2, Pkt. 4.1.1)	27
<b>Abb. 4.2</b> Einsatz von Beleuchtungsarten an Büroarbeitsplätzen und -räumen nach Beleuchtungskonzepten (nach <i>FGL - Schriftenreihe, Heft 04</i> )	31