

Beleuchtung am Arbeitsplatz

Teil 2: Licht und Sehen

Um Beleuchtungssituationen im Betrieb ebenso wie die auf Baustellen und Verkehrswegen richtig beurteilen zu können, ist es wichtig, sich über einige wesentliche Fakten zu informieren. Licht in seiner ursprünglichsten Form ist die elektromagnetische Strahlung der Sonne im Teilbereich von etwa 800 nm bis 400 nm¹⁾ Wellenlänge.

Was ist Licht?

Die Sonne sendet elektromagnetische Wellen unterschiedlicher Wellenlänge aus, die sich mit rund 300 000 km pro Sekunde ausbreiten. Als Licht bezeichnet man nur den im Vorspann erwähnten kleinen Teilbereich des Spektrums der elektromagnetischen Wellen. Wenn diese Strahlung auf Gegenstände trifft, wird sie ganz oder teilweise reflektiert bzw. absorbiert und macht uns unsere Umwelt dadurch sichtbar.

Die Augen sind dazu eingerichtet, im Wesentlichen diesen Teilbereich des Spektrums zu verarbeiten. Bild 1 gibt als

allgemeine Information einen Überblick über einen weiten Teil des elektromagnetischen Spektrums. Man erkennt, dass einerseits sichtbares Licht nur einen geringen Teil des gesamten Spektrums umfasst. Andererseits kann das „weiße“ Licht durch ein Glasprisma (Bild 2) in seine Spektralfarben (den sogenannten Regenbogenfarben) zerlegt werden. Im Sonnenlicht sind somit alle Lichtfarben enthalten und es bildet damit auch die Grundlage zur Beurteilung der Lichtfarben künstlicher Lichtquellen.

Das Ziel soll sein, ergonomische, dem Menschen und seiner Arbeit angepasste Beleuchtung zu erreichen.

Sehen bedeutet das Wahrnehmen von Helligkeitsunterschieden, das Unterscheiden von Farben und Formen, das Erkennen von Bewegungen und Entfernungen. An dieser Aufgabe lässt sich beispielhaft eine erste Sicherheitsproblematik aufzeigen. Ein Gabelstaplerfahrer pendelt ständig zwischen Lager (50 bis 200 Lux) und Verladehof (max. 100 000 Lux). Beim Einfahren in die Halle haben die Augen nur wenig Zeit, sich dem Dunkel anzupassen. Deshalb besteht im inneren Einfahrbereich erhöhte Unfallgefahr. Abhilfe könnte an einer solchen Stelle eine Zusatzbeleuchtung schaffen, durch die ein weniger scharfer Übergang zwischen den Bereichen unterschiedlicher Beleuchtungsstärke erreicht wird.

Grundgrößen der Lichttechnik

Um Vergleichbarkeit zu schaffen, wurden u. a. folgende Einheiten festgelegt:

Lichtstrom Φ ist die Lichtleistung einer Lampe. Er wird in Lumen [lm] gemessen. Entsprechende Werte findet man in den Listen der Lampenhersteller. Eine 100-W-Glühlampe hat etwa 1 380 lm, eine 20-W-Kompaktleuchtstofflampe mit eingebauten elektronischen Vorschaltgerät (EVG) etwa 1 200 lm (Bild 3).

Lichtstärke ist der Teil des Lichtstromes, der in eine bestimmte Richtung ausgestrahlt wird. Sie wird in Candela [cd] gemessen (Bild 4).

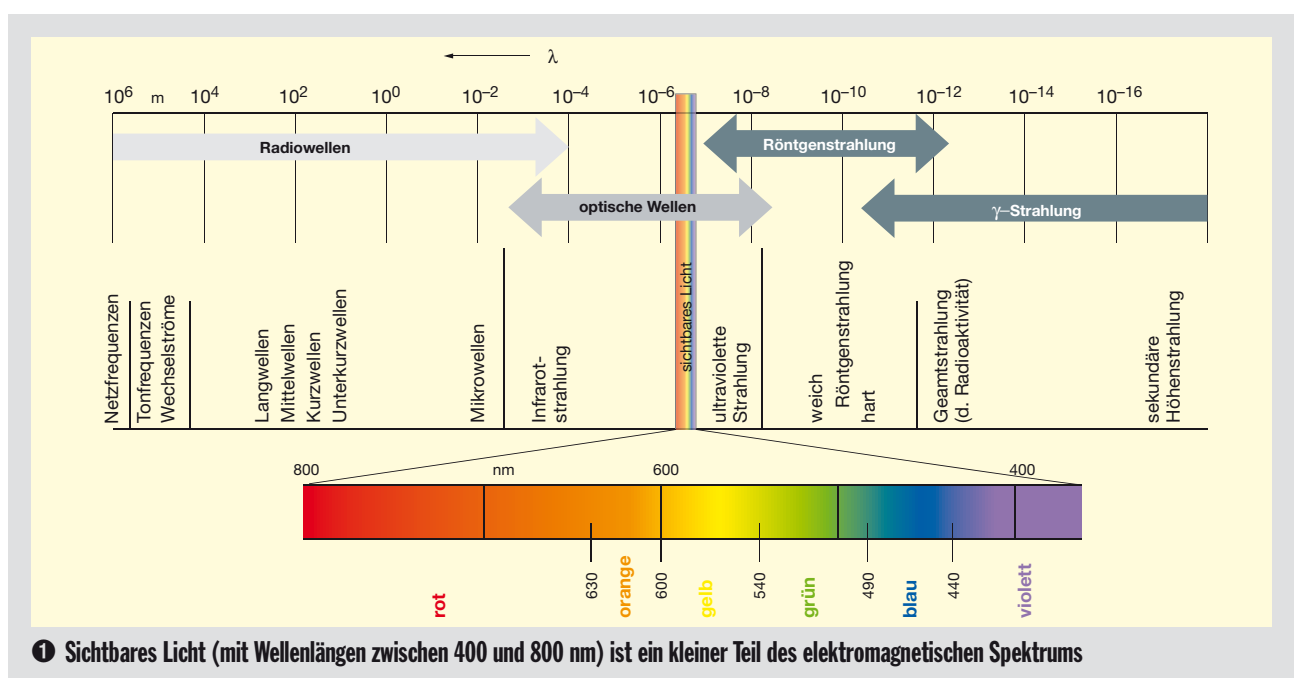
Die Lichtstärkeverteilung von Reflektorlampen und Leuchten wird grafisch in Form von Kurven dargestellt. Man nennt sie Lichtstärkeverteilungskurven (LVK).

Um die Lichtstärkeverteilungskurven verschiedener Leuchten vergleichen zu können, sind sie üblicherweise einheitlich auf 1 000 lm = 1 klm bezogen.

Dies wird in der LVK mit der Angabe cd/klm gekennzeichnet. Die Darstellung erfolgt in Polarkoordinaten, für Scheinwerfer häufig in x-y-Koordinaten.

Leuchtdichte L , gemessen in Lichtstärke pro Flächeneinheit [cd/m²], beschreibt den Helligkeitseindruck, den eine beleuchtete oder leuchtende Fläche dem Auge vermittelt. Bei Lampen verwendet man die „handlichere“ Einheit cd/cm². Die Leuchtdichte beschreibt die physiologische Wirkung des Lichtes auf das Auge

¹⁾ Nanometer – 1 nm = 10⁹ m, das entspricht einem Millionstel Millimeter



1 Sichtbares Licht (mit Wellenlängen zwischen 400 und 800 nm) ist ein kleiner Teil des elektromagnetischen Spektrums

2 Glasprisma zerlegt weißes Sonnenlicht in die Spektralfarben von Blau bis Rot

4 Lichtstrom in eine bestimmte Richtung in Candela [cd]
Für die verschiedenen Strahlungsrichtungen werden Lichtstärke-Verteilungskurven verwendet.

3 Gesamte Lichtleistung einer Lampe in Lumen [lm]

5 Leuchtdichte als Wirkung einer beleuchteten oder leuchtenden Fläche auf das Auge in Stilb [sb]
Letztlich handelt es sich dabei um die Lichtstärke pro Flächeneinheit [cd/m²].

6 Beleuchtungsstärke E – eine der wichtigsten Beurteilungsgrößen für die Beleuchtung in der Praxis
Die Beleuchtungsstärke ist der Lichtstrom in Lumen pro Flächeneinheit. Zur Bemessung dient die Einheit Lux [lx].

und wird in der Außenbeleuchtung als Planungsgröße verwendet. Für vollkommen diffus reflektierende Oberflächen – wie sie oft in Innenräumen vorkommen – kann die Leuchtdichte in cd/m² aus der Beleuchtungsstärke E in Lux und dem Reflexionsgrad ρ berechnet werden (Bild 5).

Beleuchtungsstärke E wird horizontal und vertikal in der Maßeinheit Lux [lx] gemessen. Die Beleuchtungsstärke gibt den Lichtstrom an, der von der Lichtquelle auf eine bestimmte Fläche trifft (Bild 6).

Licht und Gesundheit

Die im Betrieb verwendeten Beleuchtungseinrichtungen entsprechen – insbesondere bei älteren Anlagen – oft nicht dem Stand der Beleuchtungstechnik. Dies ist umso bedenklicher, als den Fachleuten gut bekannt ist, dass das Wohlbefinden durch eine gute Beleuchtung gesteigert wird.

Mangelhafte Beleuchtung kann zu vorzeitiger Ermüdung, Fehlern und Ausschuss bei der Produktion sowie zu größerer Unfallgefahr führen.

In dem komplexen Mensch-Arbeit-Umwelt-System gehören somit falsche Beleuchtung ebenso wie z. B. Lärm, schlechtes Klima oder Gefahrstoffe zu den Belastungsfaktoren am Arbeitsplatz.

In den BGIlichen Regeln wird in diesem Zusammenhang auf die Erfahrung verwiesen, wonach gutes Licht am Arbeitsplatz nicht nur das Sehvermögen und die Psyche beeinflusst. Auch die Motivation und das Leistungsvermögens der Mitarbeiter werden gesteigert. Darüber hinaus führt es auch zu so genannten nicht-visuellen Effekten, z. B. Beeinflussung der biologischen Uhr, d. h. des tageszeitlichen und jahreszeitlichen Rhythmus des Menschen.

Damit trägt das Licht in hohem Maße dazu bei, Ermüdung bei den Mitarbeitern zu vermeiden und ihr Aufmerksamkeitsniveau aufrecht zu halten. Insbesondere das über die Augen einfallende Tageslicht zusammen mit der Sichtverbindung nach außen sorgt für Informationen, die der Körper zu seiner Regulation benötigt.

Natürliche Beleuchtung bevorzugen

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

Arbeitsplatzes mit Tageslicht anzustreben und der Beleuchtung ausschließlich mit künstlichem Licht vorzuziehen.

Im Interesse von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sind daher die folgenden Güteermere der natürlichen Beleuchtung von Bedeutung:

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

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

H.H. Egyptian

Fortsetzung



Natürliche Beleuchtung
mit Oberlichtern