

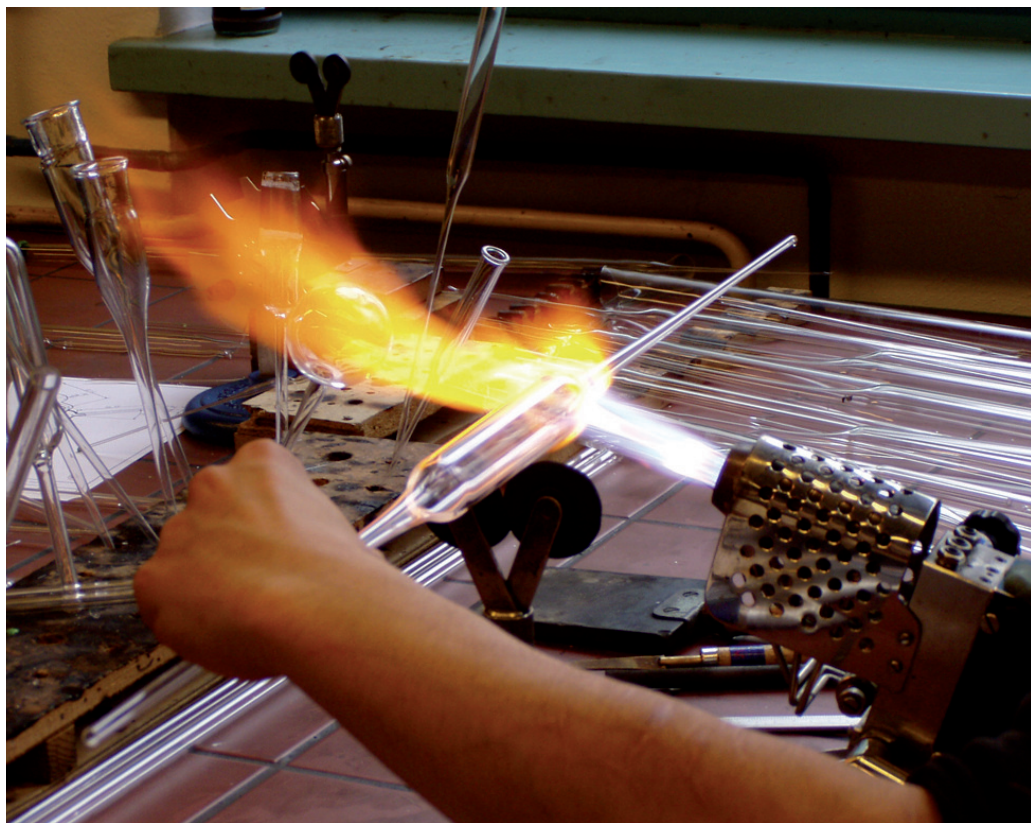
# Probleme mit der Gefährdungsbeurteilung bei Expositionen durch künstliche optische Strahlung

Harald Siekmann, Bonn

Bei einer Reihe von Arbeiten kann ultraviolette, sichtbare oder infrarote Strahlung auf Arbeitnehmer einwirken. Beispiele hierfür sind das Schweißen, Arbeiten an Glas- und Metallschmelzen, der Betrieb von Gasbrennern (Bild 1), der Einsatz von UV- und IR-Strahlern zur Trocknung von Lacken, Farben und Klebern, zur Rissprüfung und zur Sterilisation, sowie der Umgang mit Lasergeräten [1]. UV-, sichtbare und IR-Strahlung werden zusammenfassend als optische Strahlung bezeichnet. Sofern Beschäftigte an Arbeitsplätzen durch optische Strahlung zu stark exponiert werden, können Schädigungen an den Augen (Hornhaut-/Bindehautentzündung, Linsentrübung, Netzhautverbrennung), an der Haut (Sonnenbrand, Hautalterung, Hautkrebs) und am gesamten Körper (Schädigung des Immunsystems) auftreten. Um solche Gefährdungen zu verhindern, wurde im Juli 2010 die Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV) [2] erlassen. Sie verlangt vom Unternehmer, Gefährdungen durch Expositionen Beschäftigter gegenüber optischer Strahlung an Arbeitsplätzen zu ermitteln, zu bewerten und bei Bedarf Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung gefährlicher Expositionen zu ergreifen. Die Verordnung legt dazu Expositionsgrenzwerte fest, die nicht überschritten werden dürfen.

Die Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung OStrV gilt für Laserstrahlung und jetzt neu auch für inkohärente optische Strahlung, d. h. für Strahlung, die nicht Laserstrahlung ist. Die Verordnung setzt die EU-Richtlinie 2006/25/EG zu künstlicher optischer Strahlung [3] in nationales Recht um. Nach Recherchen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) sind in Deutschland etwa 300 000 Arbeitnehmer durch UV-Strahlung aus künstlichen Quellen exponiert. Hinzu kommen Expositionen durch sichtbare und infrarote Strahlung, sodass eine große Zahl von Arbeitnehmern betroffen ist. Vermutlich ist aber vielen Betrieben nicht bekannt, dass sie die OStrV zu beachten haben.

Die OStrV gilt „zum Schutz der Beschäftigten bei der Arbeit vor tatsächlichen oder möglichen Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch optische Strahlung aus künstlichen Quellen“. Bereits der Geltungsbereich bereitet bei der Umsetzung der Verordnung in der Praxis Probleme. Was sind „tatsächliche“ und was sind „mögliche“ Gefährdungen? Nach §3 OStrV ist auf jeden Fall von einer Gefährdung auszugehen, wenn die fest-



**Bild 1** Belastung der Haut eines Glasmachers durch UV- und IR-Strahlung bei der Bearbeitung eines Glaswerkstücks mithilfe eines Gasbrenners.

gelegten Expositionsgrenzwerte überschritten werden. Dies kann man als eine „tatsächliche“ Gefährdung auffassen. Aber wann eine „mögliche“ Gefährdung vorliegt, ist der Verordnung nicht so klar zu entnehmen. Insbesondere UV-Strahlung kann langfristig auch bei Expositionen, die unter den Grenzwerten liegen, zu Schäden (Hautkrebs) führen. Wo liegt also die Grenze zwischen einer „möglichen Gefährdung“ und „keiner Gefährdung“, ab der eine detaillierte Gefährdungsbeurteilung nach OStrV durchgeführt werden muss? Diese Frage betrifft praktisch alle Betriebe, da eigentlich überall geringe Expositionen durch künstliche Beleuchtung, Displays und Anzeigenleuchten vorhanden sind.

## Konzept der „geringfügigen Expositionen“

Wenn jede kleinste Exposition zu ermitteln und zu bewerten wäre, würde dies einen extrem hohen Aufwand bedeuten. Dieser Aufwand wäre nicht gerechtfertigt, da durch solche geringfügigen Expositionen keine Gefährdungen vorliegen. Über den Geltungsbereich der Verordnung muss an dieser Stelle Klarheit geschaffen werden. Es ist deshalb vorgesehen, dass das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) zusätzlich zur OStrV Technische Regeln erlässt, die die OStrV konkretisieren und offene Fragen beantworten. Zurzeit werden die beiden Technische Regeln „Inkohärente optische Strahlung“ [4] und „Laserstrahlung“ [5] vorbereitet.

Bereits vor einiger Zeit wurde das Konzept der „geringfügigen“ Expositionen entwickelt [6]. Es soll in die Technischen Regeln zur OStrV aufgenommen werden. Als geringfügig sind Expositionen anzusehen, die so niedrig sind, dass sie mit Sicherheit die Expositionsgrenzwerte unterschreiten und durch sie keine Gefährdung von Beschäftigten zu erwarten sind. Beispiele sind Expositionen durch übliche künstliche Beleuchtungseinrichtungen, durch Bildschirme, Anzeigen und Signalleuchten. Liegen in einem Betrieb, z. B. an Büroarbeitsplätzen, nur solche geringfügigen Expositionen vor, dann ist die OStrV dort nicht anzuwenden. Natürlich muss dies im Rahmen der nach dem Arbeitsschutzgesetz für alle Arbeitsplätze durchzuführenden Gefährdungsbeurteilung geprüft werden. Stellt sich dabei heraus, dass mit großer Sicherheit nur geringfügige Expositionen zu erwarten sind, ist dies zu dokumentieren; weitere Maßnahmen nach OStrV

sind dann aber nicht nötig [7]. Konkrete Werte, bei denen nur „geringfügige“ Expositionen vorliegen, werden in den Technischen Regeln nicht genannt. Nach unserer Erfahrung sind Expositionen durch optische Strahlung, die nicht höher als 10 bis 20 % der Expositionsgrenzwerte sind, als geringfügig anzusehen und führen zu keiner akuten Gefährdung. Expositionen durch UV-Strahlung sollte man langfristig allerdings so gering wie möglich halten. Fälle, in denen man das Konzept der geringfügigen Expositionen nicht anwenden kann, sind in [7] beschrieben.

## Beurteilung indirekter Gefährdungen

Die Verordnung OStrV verlangt, in der Gefährdungsbeurteilung neben direkten Einwirkungen auf Personen auch alle indirekten Auswirkungen durch optische Strahlung auf die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten zu berücksichtigen, z. B. durch Blendungs-, Brand- und Explosionsgefahren. Dies erfordert spezielle Kenntnisse. Allein der Bereich „Blendung“ ist sehr komplex (siehe z. B. [8]). Durch den Einsatz neuer Lichtquellen, die häufig eine höhere Leuchtdichte aufweisen, wird das Problem Blendung in Zukunft verstärkt auftreten. Auch die Beurteilung von Brand- und Explosionsgefahren durch die Einwirkung von Wärme- oder Laserstrahlung auf brennbare oder explosive Stoffe erfordert eine entsprechende Sachkunde.

## Fehlen fachkundiger Personen und Dienste

Liegen an einem Arbeitsplatz durch künstliche optische Strahlung nicht nur geringfügige Expositionen vor, dann muss eine Gefährdungsbeurteilung nach OStrV detailliert durchgeführt werden. Dies umfasst die Ermittlung der Expositionshöhe, ihre Bewertung und ggf. die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen. Die Expositionsermittlung durch Messung, Berechnung oder Abschätzung aus Herstellerinformationen sowie die Bewertung sind kompliziert und erfordern spezielle Kenntnisse und Erfahrungen. Auch die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen ist häufig schwierig. Sofern der Unternehmer nicht selbst über die notwendigen Kenntnisse verfügt, kann er fachkundige Personen oder Dienste mit diesen Aufgaben betreiben. Allerdings gibt es in Deutschland zum jetzigen Zeitpunkt für inkohärente optische Strahlung noch nicht genügend Fachkundige, die solche Aufgaben für alle betroffenen

Betriebe übernehmen könnten. Es ist deshalb nötig, fachkundige Personen auszubilden und dafür entsprechende Ausbildungskurse anzubieten.

Es gibt Tätigkeiten mit hohen Expositionen, bei denen eine detaillierte Gefährdungsbeurteilung nicht nötig ist, weil bereits genügend Informationen über die anzuwendenden Schutzmaßnahmen vorliegen. Dazu gehören das Lichtbogenschweißen, das Gasschweißen, sowie Arbeiten in Hitzebereichen, z. B. an Hochöfen. Hinweise auf geeignete Schutzmaßnahmen enthalten die entsprechenden BG-Informationen [9 bis 11]. Der Unternehmer oder die von ihm beauftragte Fachkraft für Arbeitssicherheit ist damit in der Lage, für ein sicheres Arbeiten bei diesen Tätigkeiten zu sorgen. Gleiches gilt für den Betrieb von Lasereinrichtungen, wenn die Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung [12] eingehalten wird.

## Messungen und Berechnungen

Messungen von optischen Strahlungsexpositionen sind aufwendig und verlangen spezielle Kenntnisse; geeignete Messgeräte sind teuer. Nur größere Firmen werden es sich leisten können, eigene Messgeräte zu beschaffen. Messgeräte, die eine ausreichende Genauigkeit aufweisen, sind häufig Labormessgeräte, die nicht für den rauen Einsatz an Arbeitsplätzen vorgesehen sind. Die spektrale Anpassung zur Nachbildung von Messgrößen wie  $E_{\text{eff}}$ ,  $L_R$  oder  $L_B$  ist häufig nicht ausreichend genau. Ein großes Problem ist oft die Bestimmung der Aufenthaltsdauer der Beschäftigten im Strahlungsbezug. Hinweise, wie Expositionsmessungen durchzuführen sind und welche Messverfahren geeignet sind, enthalten die Normen DIN EN 14255 [6] und das Praxishandbuch [7].

## Lücken bei Expositionsgrenzwerten

Ein Problem bei der Gefährdungsbeurteilung sind auch Lücken bei den Expositionsgrenzwerten. Die OStrV gilt für den gesamten optischen Wellenlängenbereich von 100 bis  $10^6$  nm (1 mm). Expositionsgrenzwerte sind aber für inkohärente optische Strahlung nur im Bereich zwischen 180 und 3 000 nm festgelegt. Für den Bereich zwischen 100 und 180 nm sowie zwischen 3 000 und  $10^6$  nm ist eine Bewertung von Strahlungsexpositionen nicht möglich. Für Laserstrahlung gilt dies für den Bereich von 100 bis 180 nm. Um dennoch eine Gefährdungsbeurteilung für die fehlenden

Wellenlängenbereiche durchführen zu können, wurden Empfehlungen [7; 13] veröffentlicht, die kurz erläutert werden.

Der Wellenlängenbereich zwischen 100 und 180 nm ist in der Praxis nur von geringer Bedeutung, da diese UV-Strahlung in der Luft stark absorbiert wird und nur eine geringe Reichweite hat. Wird für UV-Strahlenquellen, die direkt am Körper verwendet werden, ein Grenzwert gebraucht, dann wird empfohlen, den Grenzwert von 180 nm Wellenlänge auch für den Bereich zwischen 100 und 180 nm anzuwenden [7; 13]. Man überschätzt so zwar die Wirkung von UV-Strahlung in diesem Bereich, liegt damit aber auf der sicheren Seite.

Das Fehlen von Expositionsgrenzwerten für Wellenlängen zwischen 3 000 und  $10^6$  nm ist ein größeres Problem, da es auch durch Strahlung von Wellenlängen über 3 000 nm zu Verbrennungen von Augen und Haut kommen kann. Besonders durch thermische Strahlenquellen (Glühlampen, Metallschmelzen (Bild 2) oder Glasschmelzen) trägt Strahlung mit Wellenlängen  $< 3 000$  nm wesentlich zu einer thermischen Belastung von Augen und Haut bei. So liegen z. B. bei einer Strahlertemperatur von  $1 000$  °C nur 45 % der Strahlenemissionen im Wellenlängenbereich von 780 bis 3 000 nm, jedoch 55 % im Bereich von 3 000 bis 20 000 nm. Daher wird zum Schutz von Hornhaut und Bindehaut vor Verbrennungen empfohlen [7; 13], bei der Gefährdungsbeurteilung die Bestrahlungs-



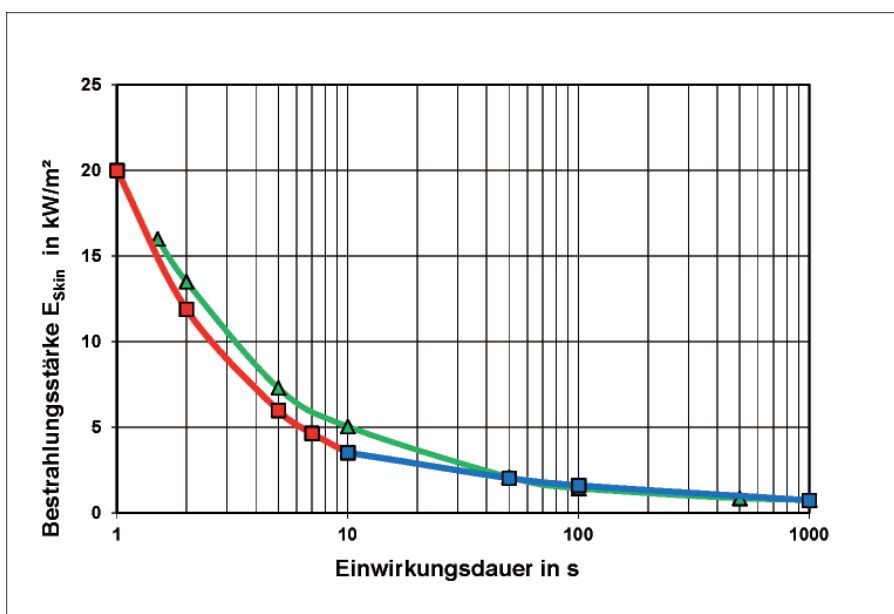
**Bild 2** Exposition durch Wärmestrahlung (sichtbare und IR-Strahlung) bei der Arbeit an einem Metallschmelzofen.

stärke  $E_{IR}$  für einen erweiterten Wellenlängenbereich von 780 bis 20 000 nm zu ermitteln und mit den Expositionsgrenzwerten zum Schutz vor Augenverbrennungen (Kennbuchstaben m und n der Tabelle 1.1 im Anhangs I der EU-Richtlinie 2006/25/EG [3]) zu vergleichen. Damit liegt man auf der sicheren Seite.

Strahlung mit Wellenlängen über 20 000 nm trägt bei thermischen Strahlern nicht mehr wesentlich zur IR-Exposition bei.

Der zum Schutz vor Hautverbrennungen durch Wärmestrahlung anzuwendende Expositionsgrenzwert hat mehrere Schwächen. Auch er wurde nur für einen unzureichenden Wellenlängenbereich von 380 bis 3 000 nm festgelegt. Darüber hinaus gilt er nur für sehr kurze Expositionsdauern bis zu 10 s und die Darstellung des Grenzwerts in der Messgröße Bestrahlung  $H_{Skin}$  ist physiologisch nicht sinnvoll, da das Auftreten einer Hautverbrennung von der Bestrahlungsstärke  $E_{Skin}$  abhängt. Vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) wird eine Empfehlung [14] gegeben, die an den festgelegten Expositionsgrenzwert anschließt, ihn auf den Wellenlängenbereich bis zu 20 000 nm erweitert, auch Expositionen zwischen 10 und 1 000 s berücksichtigt und den Grenzwert in der Größe  $E_{Skin}$  darstellt. Für die Einwirkungsdauer zwischen 10 und 1 000 s wurden vom IFA die Werte für die Schmerzempfindung durch Wärmestrahlung nach DIN 33403-3 [15] als Basis zugrunde gelegt. Bild 3 zeigt die Expositionsgrenzwerte der EU-Richtlinie und die Empfehlung des IFA für Expositionsdauern von 10 bis 1 000 s. Einzelheiten zur IFA-Empfehlung werden in [7; 14] beschrieben.

Für zeitlich variierende Expositionen enthält die EU-Richtlinie 2006/25/EG keine Expositionsgrenzwerte. Empfehlungen für die Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen in diesen



**Bild 3** Expositionsgrenzwert der EU-Richtlinie 2006/25/EG (untere Kurve, 1 bis 10 s), IFA-Empfehlung (untere Kurve, 10 bis 1000 s) und Schmerzempfindung nach DIN 33403-3 (obere Kurve, 1,5 bis 1000 s) Bilder: IFA

Fällen sind in [7; 13] zu finden. Die in der EU-Richtlinie festgelegten Expositionsgrenzwerte für Laserstrahlung unterscheiden sich teilweise von den bisherigen MZB-Werten der DIN EN 60825-1 [16] und enthalten Unstimmigkeiten, was ihre Anwendung in der Praxis erschwert [7; 13].

In den Technischen Regeln zur OStrV [4; 5] soll auf die Lücken in den Expositionsgrenzwerten eingegangen werden. Es ist zu erwarten, dass darin auf der Grundlage der genannten Empfehlungen Hinweise gegeben werden, wie Gefährdungsbeurteilungen auch beim Fehlen von Grenzwerten durchgeführt werden können.

## Resümee

Bei Durchführung der nach OStrV geforderten Gefährdungsbeurteilungen gibt es zwar noch einige Probleme, aber es gibt auch Lösungsansätze. Es ist zu begrüßen, dass mit der OStrV jetzt umfassende rechtliche Regelungen zum Schutz vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung vorliegen. Sachgerecht angewendet können sie dazu beitragen, die Zahl von Schädigungen durch optische Strahlung an Arbeitsplätzen zu verringern. TS 195



### Autor

Dr. **Harald Siekmann**,  
Institut für Arbeitsschutz  
der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),  
Sankt Augustin.

## Literaturverzeichnis

- [1] Aengenvoort, B.; Schwaß, D.: UV-Strahlenexpositionen an Arbeitsplätzen. BGIA-Report 3/2007. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. Sankt Augustin 2007. [www.dguv.de/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0307/rep2\\_07.pdf](http://www.dguv.de/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0307/rep2_07.pdf)
- [2] Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 2006/25/EG zum Schutz der Arbeitnehmer vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung und zur Änderung von Arbeitsschutzverordnungen vom 19. Juli 2010. BGBl. I (2010) Nr. 38 vom 26. Juli 2010.
- [3] Richtlinie 2006/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung) (19. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG). ABl. EU Nr. L 114 vom 27. April 2006, S. 38-59.
- [4] Technische Regeln zur Verordnung über künstliche optische Strahlung (TROS): Inkohärente optische Strahlung (TROS IOS), in Vorbereitung.
- [5] Technische Regeln zur Verordnung über künstliche optische Strahlung (TROS): Laserstrahlung (TROS LASER), in Vorbereitung.
- [6] DIN EN 14255: Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung; Teil 1: Von künstlichen Quellen am Arbeitsplatz emittierte ultraviolette Strahlung; Teil 2: Sichtbare und infrarote Strahlung künstlicher Quellen am Arbeitsplatz. Berlin: Beuth Verlag 2005 bzw. 2006.
- [7] Reidenbach, H.-D.; Brose, M.; Ott, G.; Siekmann, H.: Praxis-Handbuch optische Strahlung – Gesetzesgrundlagen, praktische Umsetzung und betriebliche Hilfen. Berlin: Erich Schmidt Verlag 2012.
- [8] Blendung durch natürliche und neue künstliche Lichtquellen und ihre Gefahren. Empfehlung der Strahlenschutzkommission vom 17. Februar 2006. [www.ssk.de/de/werke/2006/volltext/ssk0601.pdf](http://www.ssk.de/de/werke/2006/volltext/ssk0601.pdf) fssk-online.
- [9] BG-Information (BGI) 553: Lichtbogenschweißer. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Holz und Metall. [www.bghm.de/fileadmin/downloads/BGR\\_BGI/BGI\\_553.pdf](http://www.bghm.de/fileadmin/downloads/BGR_BGI/BGI_553.pdf)
- [10] BG-Information (BGI) 554: Gasschweißer. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Holz und Metall. [www.bghm.de/fileadmin/downloads/BGR\\_BGI/BGI\\_554.pdf](http://www.bghm.de/fileadmin/downloads/BGR_BGI/BGI_554.pdf)
- [11] BG-Information (BGI) 579: Hitzearbeit, erkennen – beurteilen – schützen. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Holz und Metall. <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi579.pdf>
- [12] Unfallverhütungsvorschrift BGV B 2: Laserstrahlung vom 1. April 1988, in der Fassung vom 1. Januar 1993, mit Durchführungsanweisungen vom April 2007. Hrsg.: BG ETEM.
- [13] Siekmann, H.: Lücken bei den Expositionsgrenzwerten für optische Strahlung. In: NIR 2011 – Nichtionisierende Strahlung in Arbeit und Umwelt. 43. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz. Köln: TÜV-Verlag Rheinland 2011.
- [14] Expositionsgrenzwerte zum Schutz der Haut vor Verbrennungen durch Wärmestrahlung. Empfehlung des IFA. Sankt Augustin 2011. <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/empfehlung-ir-expgrenzwerte.pdf>
- [15] DIN 33403-3: Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung – Teil 3: Beurteilung des Klimas im Warm- und Hitzebereich auf der Grundlage ausgewählter Klimasummenmaße. Berlin: Beuth Verlag 2011.
- [16] DIN EN 60825-1: Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen. Berlin: Beuth Verlag 2008.