

ARBEIT UND GESUNDHEIT

spezial 01 2005

Infos für Arbeitsschutzprofis

Foto: Laservision

Gefahr für Haut und Augen?

Wo optische Strahlen auf die Haut und in die Augen treffen, können sie zu einer Gefahr werden. Eine neue berufsgenossenschaftliche Schrift schließt das Informationsdefizit, das zur Beurteilung von Gefährdungen bestand.

Bei optischen Strahlen handelt es sich um elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 100 Nanometern und einem Millimeter. Es gibt natürliche Quellen wie die Sonne, aber auch künstliche wie Glühlampen und Laser. Für die Gruppe der künstlichen optischen Strahlen hat der Fachausschuss Elektrotechnik einen abgestimmten Entwurf einer neuen Unfallverhütungsvorschrift vorgelegt: „Künstliche optische Strahlung“ (BGV B9). Denn dort, wo der Mensch bei der Arbeit künstlichen optischen Strahlungen ausgesetzt ist, muss geprüft werden, ob dadurch seine Gesundheit Schaden nehmen kann. Allgemein gültige Beurteilungskriterien gab es dafür bisher jedoch nicht.

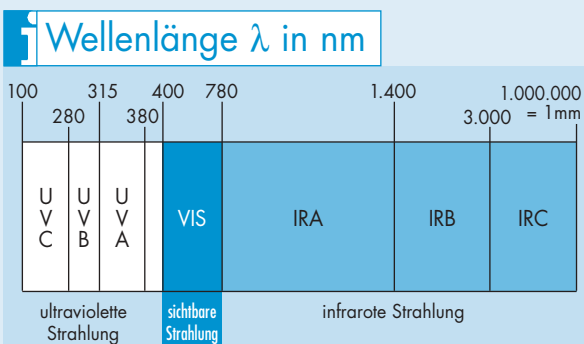
Weil zwischenzeitlich ebenfalls mit der Arbeit an einer Richtlinie der Europäischen Union zum Thema „Optische Strahlung“ begonnen wurde, ist mit dem In-Kraft-Treten der BGV B9 in nächster Zeit jedoch nicht zu rechnen. Für einige Berufsgruppen, beispielsweise Glasbläser, Beleuchter, Schweißer, Mitarbeiter an Hochöfen, Trocknern sowie in Sonnenstudios, bliebe daher die Frage offen, wie optische Strahlen zu beurteilen und wann Schutzmaßnahmen zu treffen sind.

Deshalb hat die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik (BGFE) für die Übergangsphase eine

berufsgenossenschaftliche Information (BGI) 5006 mit dem Titel „Expositionsgrenzwerte für künstliche optische Strahlung“ erstellt, die Grenzwerte für eine grundsätzliche Beurteilung von Tätigkeiten unter Einfluss von optischer Strahlung liefert. Die Werte entsprechen weitgehend den internationalen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation und der International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.

Wichtige Größen und ihre Einheit

- $B(\lambda)$ relative spektrale Wirksamkeit/Blaulichtgefährdung
- E Bestrahlungsstärke
- E_B effektive Blaulicht-Bestrahlungsstärke
- $E_{IR(GW)}$ Expositionsgrenzwert der Bestrahlungsstärke/ infrarote Strahlung
- $E_\lambda(\lambda)$ spektrale Bestrahlungsstärke
- H Bestrahlung
- H_{eff} effektive Bestrahlung
- $H_{eff(GW)}$ Tagesexpositionsgrenzwert/effektive Bestrahlung
- $H_{eff(JGW)}$ Jahresexpositionsgrenzwert der Bestrahlung
- $H_{IR(GW)}$ Expositionsgrenzwert der Bestrahlung/ infrarote Strahlung
- L_B effektive Strahldichte für Blaulichtgefährdung
- L_{eff} effektive Strahldichte
- L_R effektive Strahldichte/thermische Netzhautgefährdung
- $L_{B(GW)}$ Expositionsgrenzwert/die effektive Strahldichte für die Blaulichtgefährdung
- $L_{R(GW)}$ Expositionsgrenzwert/effektive Strahldichte zum Schutz der Augen vor thermischer Netzhautgefährdung
- $R(\lambda)$ relative spektrale Wirksamkeit/thermische Netzhautgefährdung
- $S(\lambda)$ relative spektrale Wirksamkeit
- T Einwirkungsdauer
- α Winkelausdehnung der Quelle
- λ Wellenlänge.



Quelle: BGI 5006

Optische Strahlung eingeteilt in Wellenlängenbereiche

Größen und Wichtungs-Funktionen	Einwirkungsdauer t in s					Jahreexpositionsgrenzwert
	< 1,8 · 10 ⁻⁵	1,8 · 10 ⁻⁵ bis 10	10 bis 1.000	1.000 bis 10.000	10.000 bis 30.000	
$H_{\text{eff}} = \int_{315 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} H_i(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d(\lambda)$			30 $\frac{\text{J}}{\text{m}^2}$			4 000 J/m ²
$H_{\text{eff}} = \int_{315 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} H_i(\lambda) \cdot d(\lambda)$			10.000 $\frac{\text{J}}{\text{m}^2}$			—*)
$L_{\alpha} = \int_{380 \text{ nm}}^{1.400 \text{ nm}} L_i(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d(\lambda)$	$\frac{41,2}{C_{\alpha} \cdot t^{0,9}} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{sr}}$	$\frac{5 \cdot 10^4}{C_{\alpha} \cdot t^{0,25}} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{sr}}$		$\frac{2,8 \cdot 10^4}{C_{\alpha}} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{sr}}$		—*)

↑ Expositionsgrenzwerte für das Auge

*) ist nicht erforderlich

Die Dosis macht's

Optische Strahlung dringt in menschliches Gewebe nur oberflächlich ein. Auf die inneren Organe kann sie demnach nicht wirken. Für Augen und Haut kann sie jedoch kritisch werden.

Wie tief optische Strahlen in ein Gewebe eindringen, hängt von deren Wellenlänge ab: Während kurzwellige ultraviolette Strahlung (UV) und langwellige Infrarot-Strahlung (IR) bereits an der Oberfläche absorbiert werden, dringt Strahlung im sichtbaren und nahen infraroten Bereich tiefer ein. Zudem hängen Art und Schwere eines durch optische Strahlung hervorgerufenen Effektes von der Intensität der Strahlung und von ihrer Dosis ab. Es kann sowohl zu positiven als auch zu negativen Wirkungen kommen.

Positive Wirkungen:

- Der Körper bildet Vitamin D 3, das zur Vorsorge gegen Rachitis gebraucht wird.
 - Durch mäßige UV-Einwirkung baut sich ein Lichtschutz auf, der vor Sonnenbrand schützen kann.
 - Licht und UV-Strahlung werden therapeutisch eingesetzt, unter anderem zur Behandlung von Hautkrankheiten.
 - IR-Strahlung kann eine angenehme Wärmewirkung zur Behandlung von Erkältungskrankheiten und Muskelverspannungen erzeugen.
- Wärmestrahlung und Helligkeit können zum physischen und psychischen Wohlbefinden beitragen.

Negative Wirkungen:

- Durch zu starke UV-Einstrahlung kann es zu leichten Verbrennungen der Haut kommen.
- Bei häufig wiederholter und langfristiger Exposition gegenüber UV-Strahlung kann die Haut trocken, ledrig, grob und schlaff werden.
- Durch übermäßige und langfristige UV-Strahlungseinwirkung kann Hautkrebs ausgelöst werden.

- Durch das Zusammenwirken von UV-Strahlung mit chemischen Stoffen, zum Beispiel Medikamenten und Kosmetika, sind toxische Reaktionen möglich. Es können auch Allergien ausgelöst werden.

Vorsicht vor Verbrennungen

Schädliche Wirkungen von UV-Strahlung auf die Augen können Hornhaut- und Bindehautentzündung sein. Dabei werden durch die UV-Strahlung die äußersten Zellen der Hornhaut und der Bindehaut zerstört. Diese Erkrankung ist bei Bergsteigern als „Schneeblindheit“ und als „Verblitzen“ bekannt. Die Schädigung macht sich sechs bis acht Stunden nach der Exposition durch starke Augenschmerzen bemerkbar. Nach ein bis zwei Tagen regeneriert sich das Auge völlig. Neben anderen Ursachen kann eine langjährige UV-Strahleneinwirkung auf die Augen auch zu einer irreversiblen Trübung der Augenlinse führen. Von dieser Erkrankung sind vor allem ältere Menschen betroffen – man spricht vom „Altersstar“ – sowie Personen, die sich häufig im Freien aufhalten wie Landwirte und Seeleute.

Auch sichtbare infrarote Strahlen können gefährlich werden. Bei einer hohen Intensität, zum Beispiel an Schmelzöfen und durch Laser, kann es zu Verbrennungen der Haut kommen. Der gleichen Gefährdung ist die Netzhaut ausgesetzt, wenn infrarote Strahlung auf das Auge fällt. Solche thermischen Schäden können zum Beispiel durch Hochleistungslampen und intensive Sonneneinstrahlung herbeigeführt werden. Die so genannte Blaulichtgefährdung ist eine photochemische Schädigung der Netzhaut. Eine langjährige IR-Strahleneinwirkung kann zu einer Trübung der Augenlinse führen. Diese Erkrankung, auch Grauer Star oder Katarakt genannt, ist beispielsweise bei Glasbläsern zu beobachten.

Schließlich ist unter den biologischen Wirkungen der optischen Strahlung die Blendung zu nennen. Sie ist zwar keine direkte Schädigung des Auges, kann jedoch das Sehen und Erkennen beeinträchtigen und damit Folgeschäden verursachen wie Unfälle im Straßenverkehr oder an Maschinen.



Foto: Gigahertz-Optik

Schnelle Messung: Ein Integralmessgerät liefert verschiedene Daten mit einer Messung.

Größen und Wichtungs-Funktionen	Einwirkungsdauer t in s					
	< 1,8 · 10 ⁻⁵	1,8 · 10 ⁻⁵ bis 10	10 bis 1.000	1.000 bis 10.000	10.000 bis 30.000	Jahreexpositionsgrenzwert
Für $\alpha \geq 0,011$ rad: $L_b = \int_{380\text{nm}}^{600\text{nm}} L_\lambda(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d(\lambda)$		$\frac{1 \cdot 10^6}{t} \frac{W}{m^2 \cdot sr}$			$100 \frac{W}{m^2 \cdot sr}$	—*)
Für $\alpha < 0,011$ rad: $E_b = \int_{380\text{nm}}^{600\text{nm}} E_e(e) \cdot B(e) \cdot de$		$\frac{100}{t} \frac{W}{m^2}$			$0,01 \frac{W}{m^2}$	—*)
$E_{ir} = \int_{780\text{nm}}^{3.000\text{nm}} E_i(\lambda) \cdot d(\lambda)$		$18.000 \cdot t^{0,75} \frac{W}{m^2}$		—*)	—*)	—*)
$H_{ir} = \int_{780\text{nm}}^{3.000\text{nm}} H_i(\lambda) \cdot d(\lambda)$			$3 \cdot 10^6 \frac{J}{m^2}$			—*)

↑ Expositionsgrenzwerte für das Auge

*) ist nicht erforderlich

Liegt eine Gefährdung durch optische Strahlung vor und kann diese nicht durch technische Schutzmaßnahmen wie Verdecken oder Einhausen vollständig beseitigt werden, muss in der Regel ein geeigneter Augenschutz getragen werden und die Räume beziehungsweise Arbeitsplätze müssen mit dem Sicherheitszeichen: „Warnung vor optischer Strahlung“ gekennzeichnet werden.



Gefährdungen richtig einschätzen

Um zu ermitteln, ob eine Gefährdung durch optische Strahlungen vorliegen kann, werden zwei Angaben benötigt: Zum einen muss die mögliche Exposition ermittelt werden. Zum andern müssen Grenzwerte zur Verfügung stehen, anhand derer die ermittelte Exposition bewertet werden kann. Diese Grenzwerte hat die BGFE jetzt mit der BG-Information 5006 „Expositionsgrenzwerte für künstliche optische Strahlung“ verfügbar gemacht.

Expositionsgrenzwerte

Die Expositionsgrenzwerte hängen von Wellenlängen und Zeit ab. Zur Beurteilung der Gefährdung ist zudem wichtig, ob Haut und/oder Augen der Strahlung ausgesetzt sind. Deshalb gibt es zwei Tabellen mit Grenzwerten – eine für die Exposition der Augen, eine für die der Haut. Die Tabellen erscheinen auf den ersten Blick komplizierter als sie sind. In der Regel wird man für eine Bewertung an einem Arbeitsplatz keine Berechnung anstellen, sondern die Werte mit Messgeräten ermitteln, die mit den Bewertungsfunktionen ($B(\lambda)$, $R(\lambda)$ und $S(\lambda)$) spektral gewichtete integrale Größen liefern. Ferner wird man in der Regel wissen, ob man die

UV-Strahlung, die sichtbare oder die infrarote Strahlung bewerten möchte.

Im UV-Wellenlängenbereich muss zudem manchmal die Dosis ermittelt werden. Neben elektronischen Dosimetern gibt es auch biologische, zum Beispiel „Einmal-Polysulfonfilm“ und „DLR-Biofilm“. Dabei handelt es sich um unmobile Sporen eines Bakteriums. Die biologische Aktivität der Sporen bestimmt die UV-Dosis. Auf diese Weise kann die Dosis sehr kostengünstig – zirka 50 Euro pro Messung mit Auswertung – für den Arbeitstag bestimmt werden.

Vorgehen bei großer Helligkeit

Ist eine Quelle sehr hell und muss die notwendige Schutzstufe im sichtbaren Wellenlängenbereich ermittelt werden, ist folgendes Vorgehen empfehlenswert: Bei der Auswahl von Schutzbrillen zur Abschwächung der sichtbaren Strahlung kann diese auch aufgrund der Messung der Leuchtdichte (Candela pro Quadratmeter – cd/m^2) durchgeführt werden. Hierbei muss in der Regel die gemessene Leuchtdichte auf einen Wert von unter $500 cd/m^2$ abgeschwächt werden. Je nach Umgebungslicht können Quellen mit einer Leuchtdichte von weniger als $500 cd/m^2$ auch über längere Zeit hinweg betrachtet werden. ■

Weitere Infos

DIN EN 14255-1: Messung und Bewertung der Expositionen von Menschen durch inkohärente optische Strahlung – Teil 2: Emission von sichtbarer und Infrarot-Strahlung durch künstliche Quellen am Arbeitsplatz; Deutsche Fassung prEN 14255-2:2004

DIN EN 12198-1: Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung

Martin Brose (BGFE)/mir, redaktion@arbeit-und-gesundheit.de

—Anzeige

DAS SOLLTEN FACHKRÄFTE FÜR ARBEITSSICHERHEIT LESEN

die **BG**

THEMEN IM JANUAR-HEFT:

Astrid Kaeding: „Burnout“ nun auch beim Ausbilder?

Joachim Berger: Regelwerk zur Ersten Hilfe ist abgeschlossen;

Joachim Berger: Der Fachausschuss „Erste Hilfe“ im Internet.

Unfallversicherung in Wirtschaft, Wissenschaft und Politik – Monatszeitschrift des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften – HVBG; Zu beziehen vom Erich Schmidt Verlag GmbH & Co, Postfach 304240, 10724 Berlin

Im Blick des BGIA:
Zubereitung von
Zytostatika an einer
Zytostatikawerkbank



aus der forschung 01 2 0 0 5

Krebsrisiko beim Umgang mit Zytostatika

Die in der Krebsbehandlung eingesetzten Zytostatika können für Krankenhaus- und Apothekenpersonal eine Gesundheitsgefahr darstellen. Das BGIA schätzte anhand einer Literaturrecherche die Höhe des Risikos ab.

Zytostatika sind Medikamente, die vorwiegend bei der Behandlung von Krebskrankheiten eingesetzt werden. Zu ihren gravierenden Nebenwirkungen gehören Veränderungen des Erbguts bis hin zur Auslösung neuer Tumoren. Im Gesundheitsdienst müssen unter Beachtung der vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen Zytostatika zubereitet, verabreicht und entsorgt werden. Immer wieder wird daher die Frage nach der Höhe des berufsbedingten Krebsrisikos für die betroffenen Beschäftigten gestellt.

Untersuchungen des BGIA

Auf Initiative der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege wurde für ausgewählte Zytostatika eine Literaturlauswertung vorgenommen. Die vorhandenen Informationen über Dosis-Wirkungs-Beziehungen aus Tierexperimenten sowie epidemiologischen Untersuchungen zur Entstehung von Zweitumoren bei Krebspatienten nach einer Chemotherapie wurden so zusammengetragen. Mittels etablierter mathematischer Schätzverfahren wurden Lebenszeit-Krebsrisiken für konkrete Szenarien an Zytostatika-Arbeitsplätzen berechnet. Die dabei angenommenen Expositionshöhen orientierten sich an veröffentlichten Werten zum Beispiel zur Konzentration der Substanzen in der Atemluft oder zur Ausscheidungsrate im Urin von Beschäftigten.

Das Ergebnis

Speziell im Fall des Zytostatikums Cyclophosphamid konnten sich die Berechnungen auf eine solide Datenbasis stützen. Das Risiko, im Rahmen von Zubereitungstätigkeiten bei 35-jährigem arbeitstäglichen Umgang mit diesem Stoff an Krebs zu erkranken (insbesondere an Leukämie oder Blasenkrebs), liegt danach in der Größenordnung 1 : 10.000. Dieses Risiko liegt unterhalb desjenigen, das für die Summe aller täglich auf uns einwirkenden Umwelt-Kanzerogene angenommen wird. Dennoch wird empfohlen, die Bemühungen um eine Reduzierung der Exposition gegen Zytostatika im Gesundheitsdienst fortzusetzen. Die hier gewählte mathematische Modellierung des Krebsrisikos ist auch ein Diskussionsbeitrag zur Ableitung risikobasierter Arbeitsplatzgrenzwerte im Sinne der neuen Gefahrstoffverordnung.

Literatur

Roller, M.; Eickmann, U.; Nies, E.: Krebsrisiko bei beruflichem Umgang mit Zytostatika – quantitative Betrachtungen. BIA-Report 5/2001. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2001, www.hvbg.de, Webcode: 504609
Nies, E.; Roller, M.: Wie hoch ist das Krebsrisiko bei beruflichem Umgang mit Zytostatika? Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 36 (2001), S. 41–45. ■

Weitere Infos

BGIA, Fachbereich 1, Dr. rer. nat. E. Nies,
E-Mail: bgia@hvbg.de, Fax 0 22 41/231-22 34