

KÜNSTLICHE OPTISCHE STRAHLUNG

EVALUIERUNG VON BIOLOGISCHEN GEFAHREN DURCH LAMPEN UND LASER

LEITFADEN



Ein Gewinn für alle!

BEURTEILUNG NACH RISIKOGRUPPEN FÜR LAMPEN UND KLASSEN FÜR LASER GEMÄSS STAND DER TECHNIK
Beurteilungshilfen und Aufzählung der Gefahren

IMPRESSUM

Herausgeber

Österreichische Arbeitsschutzstrategie 2007-2012

Arbeitsgruppe: Stärkung von Bewusstsein für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz,
Zentral-Arbeitsinspektorat, 1040 Wien, Favoritenstraße 7

Für den Inhalt verantwortlich

Josef Kerschhagl

Zentral-Arbeitsinspektorat

Mitarbeit

Karl Schulmeister (Seibersdorf Labor GmbH), Emmerich Kitz (AUVA), Walter Rauter (ZAI),
Matthias Chadim (ZAI)

Erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2. Ausgabe

Wien, März 2013

EINLEITUNG

Die Ermittlung und Beurteilung der biologischen Gefahren von künstlicher optischer Strahlung ist auf Grund ihrer biophysikalischen Natur nicht trivial. Es hat sich daher ein Stand der Technik entwickelt, der allgemein verständliche Klassifizierungen für bestimmte Systeme vorsieht. Die technischen Normen enthalten alle relevanten Daten, die für die Klassifizierung durch Hersteller/innen bzw. Inverkehrbringer/innen erforderlich sind. Für Verwender/innen sind jene Daten, die sie für die Gefahrenevaluierung benötigen, jedoch nicht immer leicht herauszufiltern. Diesem Aspekt wird mit diesem Leitfaden Rechnung getragen.

Der Leitfaden knüpft so an die Verordnung optische Strahlung (VOPST) an, dass eine möglichst praxiserichte Gefahrenevaluierung (Ermittlung, Bewertung, Beurteilung und Maßnahmensetzung) möglich ist. Damit können sowohl die Anforderungen der VOPST als auch jene der Dokumentation gemäß § 5 ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) in Verbindung mit der Verordnung über die Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokumente (DOK-VO) erfüllt werden.

Kann die Überschreitung eines Expositionsgrenzwertes nach VOPST nicht ausgeschlossen werden, so werden gemäß § 3 Abs. 2 VOPST folgende Verpflichtungen hinsichtlich biologischer Gefahren ausgelöst:

- § 6 VOPST: Information, Unterweisung, Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer/innen
- §§ 7 und 8 VOPST: Maßnahmen und Maßnahmenprogramm sowie Inhalt des Maßnahmenprogramms
- § 9 VOPST: Persönliche Schutzausrüstung, Arbeitskleidung, Kennzeichnung

Auf Grundlage des Standes der Technik kann für bestimmte Systeme, die künstliche optische Strahlung emittieren oder emittieren können, eine Gefahrenevaluierung auf Grundlage von Angaben der Hersteller/innen oder Inverkehrbringer/innen durchgeführt werden. Dies betrifft einerseits Lampen und Lampensysteme gemäß ÖVE/ÖNORM EN 62471, andererseits LASER gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60825-1.

Der Anwendungsbereich der ÖVE/ÖNORM EN 62471 „Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen“ schließt Leuchten und lichtemittierende Dioden (LEDs) mit ein. Das durch die Norm vorgegebene Klassifizierungsschema ermöglicht eine vereinfachte Beurteilung der photobiologischen Gefahren von allen elektrisch betriebenen **inkohärenten** optischen Breitbandstrahlungsquellen (Lampen, LEDs eingeschlossen) im Wellenlängenbereich von 200 nm bis 3 000 nm.

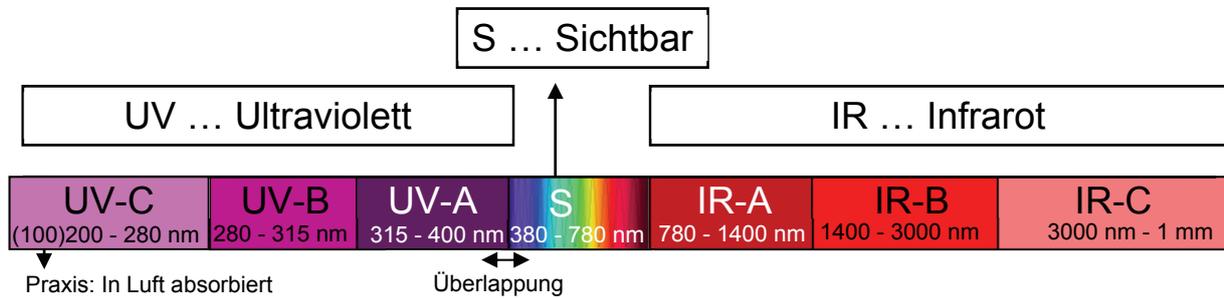
Für **kohärente** optische Strahlungsquellen (LASER) kann die Ermittlung und Beurteilung der Gefahren nach Klassen gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60825-1 „Sicherheit von Laser und Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen“ vereinfacht durchgeführt werden.

Betreffend Zuordnung veralteter Bezeichnungen für Laserklassen zu neuen, wird auf die Zuordnungstabelle auf der Website der Arbeitsinspektion hingewiesen: Erlass 461.209/77-III/2/02 „LASER, neue Klassifizierung, neue Normen und Festlegungen“.

Im Folgenden sind die wesentlichen Schritte für die Gefahrenevaluierung von Lampen und Lampensystemen einschließlich Bemerkungen u. a. zu **Allgemeingebrauchslampen** sowie für LASER übersichtlich in Tabellen zusammengefasst.

Was ist optische Strahlung

Unter optischer Strahlung versteht man den Teil des elektromagnetischen Spektrums der im Wellenlängenbereich von 100 nm bis 1 mm liegt. Zur optischen Strahlung gehören Ultraviolett-Strahlung, sichtbares Licht und Infrarot-Strahlung.



Weiters unterscheidet man zwischen inkohärenter optischer Strahlung, die entweder künstlich, z.B. von Lampen, oder natürlich von der Sonne emittiert wird, und kohärenter optischer Strahlung, die von Lasern abgestrahlt wird.

Biologische Gefahren von optischer Strahlung

Durch optische Strahlung können folgende Schädigungen von Haut und Auge beim Menschen auftreten:

Spektralbereich	Haut	Auge
UV-C	UV-Erythem (Sonnenbrand), Schwächung des Immunsystems	Horn- und Bindehautentzündung
UV-B	UV-Erythem, Schwächung des Immunsystems, Hautkrebs	siehe UV-C, Grauer Star
UV-A	UV-Erythem, Schwächung des Immunsystems, Hautkrebs, frühzeitige Hautalterung	Grauer Star
sichtbares Licht	Verbrennungen	Blendung, Netzhautschäden
IR-A	Verbrennungen	Netzhautschäden
IR-B	Verbrennungen	Grauer Star; bei Laser: Hornhautschäden
IR-C	Verbrennungen	Grauer Star; bei Laser: Hornhautschäden

Indirekte Gefahren

- **Ozon:** UV-Strahlung im kurzwelligen Bereich bewirkt die Entstehung von Ozon (O₃).
- **Phosgen:** Entsteht bei Einwirkung von UV-C-Strahlung auf chlorierte Lösungs- oder Reinigungsmittel.
- **Dämpfe:** Entstehen bei Trocknungsprozessen mittels UV-A-Strahlung (z.B. Aushärtung).

Indirekte Gefahren bei Lasern

- **Rauche und Stäube:** Können lungengängige Schwebstoffe beinhalten. Ob sie krebserregend, lungenbelastend oder toxisch wirken, hängt vom bearbeiteten Material ab (auf Unterschreitung der MAK achten).

- **Begleitstrahlung:**
 - Röntgenstrahlung: Entsteht durch Wechselwirkung bei extremer Pulsleistung mit Schwermetallen.
 - UV-Strahlung: Entsteht in laserinduziertem Plasma (bei Laserschweißen im Schweißplasma) und kann stark genug sein, um das Auge zu schädigen.
- **Brandgefahr:** Bei Lasern der Klasse 4 besteht Brandgefahr durch entflammbares Material im Strahlführungssystem, an der Bearbeitungsstelle und in der Umgebung, in sauerstoffangereicherter Umgebung erhöht.
- **Explosionsgefahr:** Liegt explosionsfähige Atmosphäre vor, ist Vorsicht geboten, da bei Leistungen ab etwa 35 mW (bei entsprechender Leistungsdichte) eine Zündung erfolgen kann; bei Hochleistungslasern kann die Strahlung in Lösungsmitteldämpfen, Rauch und entflammbaren Gasen als Zündquelle dienen, was Explosionen zur Folge haben kann.

GEFAHRENEVALUIERUNG

LAMPEN UND LAMPENSYSTEME⁽¹⁾

Tabelle 1 – Risikogruppen, Gefahr, Maßnahmen (Expositionsgrenzwert)

RG Risiko	Wellenlängenbereich und Expositionslimit der RG (Zuordnung: Hersteller/in)	Gefahr ⁽⁵⁾ und maximal zulässige Expositionsdauer ⁽⁶⁾ T _e beim Referenzabstand ⁽²⁾ Ra	Kann Expositionsgrenzwert der RG überschritten sein? Bei ja: Anwendung von § 3 (2) VOPST
Freie Gruppe (RG 0) Risiko: kein Risiko bzw. minimal ⁽⁴⁾	IR-A und IR-B: $E_{IR} \leq 100 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augensicher auch bei Dauerbestrahlung	Ja , falls Ra unterschritten wird Sonst: Nein
	IR-A wenn $L_v^{(3)} < 10 \text{ cd/m}^2$: $L_R \leq 6 \cdot 10^3 / \alpha \text{ W/(m}^2 \cdot \text{sr)}$	$\geq Ra$: Augensicher auch bei Dauerbestrahlung	
	„sichtbar“ und IR-A: $L_R \leq 28 \cdot 10^3 / \alpha \text{ W/(m}^2 \cdot \text{sr)}$	$\geq Ra$: Augensicher auch bei Dauerbestrahlung	
	„Blaulicht: $\alpha \geq 0,11 \text{ rad}^{\circ}$“: $L_B \leq 100 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{sr)}$ oder „Blaulicht: $\alpha < 0,11 \text{ rad}^{\circ}$“: $E_B \leq 1 \text{ W/m}^2$ ⁽⁷⁾	$\geq Ra$: Augensicher auch bei Dauerbestrahlung	
	UV-A, UV-B und UV-C: $E_{eff} \leq 0,001 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augensicher auch bei Dauerbestrahlung	
	UV-A: $E_{UVA} \leq 10 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 1 000 s (≅ 16 min)	
RG 1 Risiko: gering ⁽⁴⁾	IR-A und IR-B: $E_{IR} \leq 570 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 100 s (≅ 1,6 min)	Ja , falls vorhersehbar angeführte Expositionsdauern T _e bei Abständen ≥ Ra überschritten werden oder Ra unterschritten wird Sonst: Nein
	IR-A, wenn $L_v^{(3)} < 10 \text{ cd/m}^2$: $L_R \leq 6 \cdot 10^3 / \alpha \text{ W/(m}^2 \cdot \text{sr)}$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 100 s (≅ 1,6 min)	
	„sichtbar“ und IR-A: $L_R \leq 28 \cdot 10^3 / \alpha \text{ W/(m}^2 \cdot \text{sr)}$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 10 s	
	„Blaulicht: $\alpha \geq 0,011 \text{ rad}^{\circ}$“: $L_B \leq 10^4 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{sr)}$ oder „Blaulicht: $\alpha < 0,011 \text{ rad}^{\circ}$“: $E_B \leq 1 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 100 s (≅ 1,6 min)	
	UV-A, UV-B und UV-C: $E_{eff} \leq 0,003 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augen- und hautsicher, wenn T_e ≤ 10 000 s (≅ 2,8 h)	
	UV-A: $E_{UVA} \leq 33 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 300 s (= 5 min)	
RG 2 Risiko: moderat ⁽⁴⁾	IR-A und IR-B: $E_{IR} \leq 3 200 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 10 s	Ja , falls vorhersehbar angeführte Expositionsdauern T _e bei Abständen ≥ Ra überschritten werden können, wobei für die Abwendreaktion gilt: diese dürften nicht durch Applikationen oder durch bewusstes in den Strahl Starren unterbunden werden oder der Ra unterschritten wird Sonst: Nein
	IR-A, wenn $L_v^{(3)} < 10 \text{ cd/m}^2$: $L_R \leq 6 \cdot 10^3 / \alpha \text{ W/(m}^2 \cdot \text{sr)}$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 10 s	
	„sichtbar“ und IR-A: $L_R \leq 71 \cdot 10^3 / \alpha \text{ W/(m}^2 \cdot \text{sr)}$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 0,25 s (Abwendreaktion)	
	„Blaulicht: $\alpha \geq 0,011 \text{ rad}^{\circ}$“: $L_B \leq 4 \cdot 10^6 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{sr)}$ oder „Blaulicht: $\alpha < 0,011 \text{ rad}^{\circ}$“: $E_B \leq 400 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 0,25 s (Abwendreaktion)	
	UV-A, UV-B und UV-C: $E_{eff} \leq 0,03 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augen- und hautsicher, wenn T_e ≤ 1 000 s (≅ 16 min)	
	UV-A: $E_{UVA} \leq 100 \text{ W/m}^2$	$\geq Ra$: Augensicher, wenn T_e ≤ 100 s (≅ 1,6 min)	
RG 3 hoch⁽⁴⁾	Beziehung Expositionslimit und maximale Expositions-(Bestrahlungs-)dauern beim Ra ungünstiger als bei RG 2	Kann für Augen und Haut bereits bei kurzfristiger Bestrahlung gefährlich sein	Ja

Kompakte Zusammenfassung für Verwender/innen aus folgender Quelle: ÖVE/ÖNORM EN 62471
 Fußnoten von ⁽¹⁾ bis ⁽⁶⁾ auf der Folgeseite beachten! Abkürzungsverzeichnis ebenfalls auf Folgeseite.

- (1) Die Tabelle gilt für Dauerstrich-Lampen und für gepulste Lampen von künstlichen, inkohärenten optischen Quellen. Falls sich die Klassifizierung in Risikogruppen nicht auf die Leuchte oder das gesamte Produkt bezieht (Lampensystem) sondern nur auf die „nackte“ Lampe, ist zu berücksichtigen, dass
- im Normalfall Filter oder Abschirmungen in der Leuchte das Risiko gegenüber der Lampe stark abschwächen können oder
 - in selteneren Fällen Filter oder Abschirmungen fokussierende oder verstärkende Wirkung haben können, z.B. durch Reflektoren oder Linsen, oder
 - verstärkende Wirkung bei Einsatz mehrerer Lampen auftreten kann.
- (2) Der Bewertungs- oder Referenzabstand R_a einer Lampe beträgt 20 cm, ausgenommen bei bestimmten Allgemeingebrauchslampen. Bei Allgemeingebrauchslampen ist R_a entweder jener Abstand, bei dem die Beleuchtungsstärke 500 lx beträgt oder falls dieser Abstand kleiner als 20 cm ist, so ist R_a mit 20 cm festgelegt.
- (3) Leuchtdichte (L_v) als photometrische Größe. Dieser Grenzwert ist nur anzuwenden, wenn L_v weniger als 10 cd/m² beträgt, d.h. niedrige Helligkeit (sodass Pupille groß bleibt).
- (4) Risikobezeichnungen in Bezug zu Expositionsmöglichkeiten beim Bewertungs- oder Referenzabstand R_a zur Lampe.
- (5) Sicherheit oder Gefahr gegenüber biologischer Wirkung beim Bewertungs- oder Referenzabstand.
- (6) Werden die Expositionsdauern T_e (Spalte 3) unterschritten, so gewährleistet das entsprechende Emissionslimit der RG (Spalte 2) die sichere Unterschreitung der entsprechenden Expositionsgrenzwerte, vorausgesetzt der Bewertungs- oder Referenzabstand R_a wird nicht unterschritten.
- (7) Der Grenzwert für Blaulicht: $\alpha < 0,11$ rad von 1 W/m² ist ein abgeleiteter Grenzwert. Der Basisgrenzwert ist der Grenzwert VOPST c) und d) Anhang A) von $L_B \cdot t \leq 10^6$ J/(m²·sr). Der Basisgrenzwert gilt für alle Bestrahlungsdauern und für alle Quellgrößen α unter Verwendung des Mittelungsempfangswinkels γ_{ph} für die Strahldichtemessung laut Stand der Technik. Bei Verwendung von $\gamma_{ph} = 110$ mrad für 10 000 s Expositionsdauer ist der abgeleitete Grenzwert von 1 W/m² äquivalent mit dem Basisgrenzwert. Statt dem Blaulichtgrenzwert e) und f) für $\gamma < 11$ mrad laut VOPST Anhang A kann der Basisgrenzwert unter Verwendung eines Mittelungsempfangswinkels laut Stand der Technik angewendet werden, wodurch die Emissionsgrenzwerte laut EN 62471 mit den Expositionsgrenzwerten laut VOPST harmonisiert sind.

Abkürzungsverzeichnis zur Tabelle 1

UV ... Ultraviolettanteil der optischen Strahlung im Wellenlängenbereich von 100 nm bis 400 nm. Unterteilt in drei Bereiche nach Wellenlängen:

- UV-A: 315 nm bis 400 nm
- UV-B: 280 nm bis 315 nm
- UV-C: 100 nm bis 280 nm

IR ... Infrarotanteil der optischen Strahlung (Wärmestrahlung) im Wellenlängenbereich von 780 nm bis 1 mm. Unterteilt in drei Bereiche nach Wellenlängen:

- IR-A: 780 nm bis 1400 nm
- IR-B: 1400 nm bis 3000 nm
- IR-C: 3000 nm bis 1 mm

RG ... Risikogruppe

R_a ... Bewertungs- oder Referenzabstand, siehe Fußnote ⁽²⁾

- E ... Bestrahlungsstärke. Der jeweils angegebene Index bezieht sich auf die jeweilige Strahlungsart, z.B. E_{UVA} , ausgenommen der Index „eff“. Dieser bedeutet „effektiv“ und wird für $S(\lambda)$ bewertete effektive UV Strahlung verwendet.
- L ... Strahldichte. Der jeweils angegebene Index bezieht sich auf die jeweilige spektrale Bewertung:
- L_B für Blaulichtgefahr der Netzhaut (Bewertung mit $B(\lambda)$),
 - L_R für thermische Netzhautgefährdung (Bewertung $R(\lambda)$) und
 - L_V (Index „v“ steht für „visuell“) stellt die photometrische Größe Leuchtdichte mit spezieller Bewertung und Bezeichnung dar.
- α ... Sehwinkel, der von der scheinbaren Quelle am Auge eines/r Beobachters/Beobachterin oder am Ort der Messung aufgespannt wird.
- sr ... Steradian, Einheit des Raumwinkels, W ... Einheit der Leistung, m ... Längeneinheit
- T_e ... Expositionsdauer, s ... Sekunden, min ... Minuten, h ... Stunden
- lx ... Lux, Einheit der Beleuchtungsstärke
- cd ... Candela, Einheit der Lichtstärke

Inkohärente optische Strahlung – Beurteilungshilfen für die Praxis

Allgemeingebrauchslampen - Einschätzungen

Allgemeingebrauchslampen sind Lampen zur Beleuchtung von Büros, Schulen, Fabrikhallen, Straßen, etc.

Allgemeingebrauchslampen stellen bei bestimmungsgemäßer Verwendung in der Regel keine Gefahr dar hinsichtlich ihres sichtbaren, Infrarot- und Ultraviolett-Strahlungsanteils. In folgenden Fällen kann eine Gefahr im Allgemeinen aber nicht ausgeschlossen werden:

1. UV-Gefahr für Hochdrucklampen, die in offenen Leuchten betrieben werden, wenn keine Eignung über eine solche Verwendung vorliegt (z.B. Kennzeichnung) und der Außenkolben der Lampe beschädigt ist.

Hinweis

Für Hochdrucklampen, die in offenen Leuchten ohne Nachweis einer diesbezüglichen Eignung betrieben werden, müssen im Rahmen der Gefahrenevaluierung Maßnahmen zur Beseitigung der UV-Gefahr dokumentiert festgelegt werden.

Die UV-Gefahr kann abgestellt auf vorliegende Umgebungsbedingungen beispielweise durch zeitlich geeignet gewählte Kontrollen wie folgt festgestellt werden:

- Kontrollen der Lichtleistung, da diese bei Beschädigung des Außenkolbens üblicherweise vermindert ist.
- Sichtkontrollen bei ausgeschalteter Lampe.

2. Bei Lampen, wie Quarzhalogenlampen (Halogenglühlampen), Quecksilberdampflampen, Halogenmetaldampflampen und in Extremfällen auch bei Leuchtstofflampen müssen bei Reparatur, Störungsbeseitigung, Wartung, Instandhaltung oder vergleichbaren Tätigkeiten; die in geringem Abstand zur Lampe/Leuchte durchgeführt werden; im Rahmen der Gefahrenevaluierung Maßnahmen zur Beseitigung möglicher Gefahren dokumentiert festgelegt werden, sofern keine Abschaltung der Lampen erfolgt oder erfolgen kann.

Hinweis:

Bei Reparatur, Störungsbeseitigung, Wartung, Instandhaltung oder vergleichbaren Tätigkeiten, bei denen keine Abschaltung der Lampen erfolgt oder erfolgen kann, können bei folgenden Lampen Gefahren durch optische Strahlung auch bei längerdauernder Bestrahlung in kurzen Abständen ausgeschlossen werden:

LED, Kompakt-Leuchtstofflampen, Glühlampen, Natriumdampflampen.

Weitere Abschätzungen und Beurteilungen siehe unter Abschnitt Literatur

Abschätzungen und Beurteilungen von „hellen“ Quellen (Bühnenscheinwerfer)

Befinden sich Arbeitnehmer/innen im Bereich heller Quellen, wie Bühnenscheinwerfer, können für Abschätzungen und Beurteilungen zusätzlich folgende Kriterien berücksichtigt werden (siehe AUVA-Report R 053):

- Es wird empfohlen, vom Hersteller ein Datenblatt über die maximal zulässigen Bestrahlungsdauern in Abhängigkeit vom Abstand als Beurteilungshilfe anzufordern.
- Tiefergehende Evaluierungen hinsichtlich der Blaulichtgefährdung sind nur bei HMI-Scheinwerfern und weißen bzw. blauen LED-Scheinwerfern erforderlich.
- Blickverhalten von Personen, für die aufgrund des Arbeitsvorganges kein anderer Schutz möglich ist, z. B. Schauspieler/innen. Die Beurteilung kann erfolgen unter Berücksichtigung des bevorzugten Blickbereichs (z.B. Publikum) der größer sein kann als der Mittelungsempfangswinkel γ_{ph} nach Stand der Technik. Berücksichtigt werden kann auch eine Verkleinerung der Pupille bei Einwirkung von hellen Quellen.

LASER (kohärente Optische Strahlung)

Tabelle 2 – Laserklassen, Gefahr, Maßnahmen (Expositionsgrenzwert)⁽³⁾

Laser-klasse	Gefahr ⁽¹⁾ hinsichtlich biologischer Wirkung im Gefahrenbereich	Kann Expositionsgrenzwert der Klasse überschritten sein? Bei ja: Anwendung von § 3 (2) VOPST
Klasse 1	<ul style="list-style-type: none"> • augen- und hautsicher 	Ja , bei Instandhaltung ⁽²⁾ Sonst: Nein
Klasse 1 M	<ul style="list-style-type: none"> • augensicher, falls nicht durch Blick mit optischen Instrumenten der Strahlquerschnitt verkleinert wird und • hautsicher 	Ja , bei Instandhaltung ⁽²⁾ oder bei Anwendung von optischen Instrumenten Sonst: Nein
Klasse 2	<ul style="list-style-type: none"> • augensicher durch Abwendungsreaktion und Lidschlussreflex und • hautsicher 	Ja , bei Instandhaltung ⁽²⁾ oder bei Applikationen, die Abwendungsreaktionen oder Lidschlussreflex einschränken oder verhindern und unter Verhältnissen, bei denen bewusst in den Strahl geblickt werden muss Sonst: Nein
Klasse 2 M	<ul style="list-style-type: none"> • augensicher durch Abwendungsreaktion und Lidschlussreflex; falls nicht durch Blick mit optischen Instrumenten der Strahlquerschnitt verkleinert wird und • hautsicher 	Ja , bei Instandhaltung ⁽²⁾ oder bei Applikationen, die Abwendungsreaktionen oder Lidschlussreflex einschränken oder verhindern und unter Verhältnissen, bei denen bewusst in den Strahl geblickt werden muss. Weiters bei Anwendung von optischen Instrumenten Sonst: Nein
Klasse 3 R	<ul style="list-style-type: none"> • Blick in den direkten oder gespiegelten Strahl kann gefährlich sein • Blick in den diffus gestreuten Strahl nicht gefährlich • hautsicher 	Ja , bei Instandhaltung ⁽²⁾ oder hinsichtlich der Gefahr für Augen innerhalb des Gefahrenbereiches. Das Risiko ist gering bei zufällig kurzzeitiger Exposition Sonst: Nein
Klasse 3 B	<ul style="list-style-type: none"> • Blick in den direkten oder gespiegelten Strahl kann gefährlich sein • Blick in den diffus gestreuten Strahl außerhalb eines Abstandes von 13 cm bei einer Betrachtungsdauer von weniger als 10 s nicht gefährlich • kann im oberen Leistungsbereich hautgefährlich sein 	Ja , bei Instandhaltung ⁽²⁾ oder hinsichtlich der Gefahr für Augen und Haut innerhalb des Gefahrenbereiches. Das Risiko für Haut ist gering Sonst: Nein
Klasse 4	<ul style="list-style-type: none"> • Blick in den direkten oder gespiegelten Strahl kann sehr gefährlich sein • Blick in den diffus gestreuten Strahl kann gefährlich sein • kann für Haut gefährlich sein 	Ja , bei Instandhaltung ⁽²⁾ oder hinsichtlich der Gefahr für Augen und Haut innerhalb des jeweiligen Gefahrenbereiches Sonst: Nein

⁽¹⁾ Sicherheit, Gefahr hinsichtlich biologischer Wirkung im Gefahrenbereich unter vorhersehbaren Bedingungen bei bestimmungsgemäßer Verwendung für kontinuierlichen und gepulsten Betrieb.

⁽²⁾ Instandhaltung, wie Wartung, Störungsbehebung, Reparatur, Justierung. Beispielsweise kann bei gekapselten Lasereinrichtungen durch Entfernen von Schutzeinrichtungen im Rahmen der Instandhaltung ein wesentlich höheres Gefahrenpotenzial auftreten als durch die Laserklasse angegeben ist. Daher ist für derartige Tätigkeiten immer zu prüfen, unter welchen Voraussetzungen sie sicher durchgeführt werden können.

⁽³⁾ Konkretere Maßnahmen sind in Ergänzung zu Tabelle 2 in Tabelle 3 zusammengefasst.

Kompakte Zusammenfassung für Verwender/innen aus folgender Quelle: ÖVE/ÖNORM EN 60825-1

Tabelle 3 – Schutzmaßnahmen⁽³⁾ für Laser

Sicherheitsmaßnahmen	Lasereinrichtung Klasse					
	1M	2	2M	3R	3B	4
Technische Schutzmaßnahmen						
Einhausung	Volle Einhausung anstreben (Risiko außerhalb der Einhausung entspricht jenem von Klasse 1 Produkten)					
Feste optische Schutzeinrichtung				Strahlung (Streustrahlung) beschränken, wenn volle Einhausung nicht möglich		
Fernbedienbare Sicherheitsverriegelung				Türkontakt, Kontakt der Einhausungsabdeckung; schaltet Emission ab, wenn Kontakt geöffnet (nicht bei medizinischen Anwendungen)		
Bedienelemente				möglichst weit vom Strahl entfernt, Einstellhilfen nutzen		
Bauliche und installatorische Schutzmaßnahmen						
durchsichtige Abschirmungen				hohe Absorption, schwer entflammbar		
Laserbereich	erforderlichenfalls kennzeichnen			Abgrenzung		
Betriebsanzeige				optisch, an den Zugängen, je nach Risiko und Gefahrenbereich auch Schilder		
Elektroinstallation				ausreichende Anzahl Not-Aus-Schalter		
Lichtinstallation				möglichst hell, regelbar		
Organisatorische Schutzmaßnahmen						
Laserbereich				Grenzen festlegen, u. U. zeitlich begrenzen (Wartung)		
Zugangsbeschränkung				Warnschilder; zeitlich begrenzen, Zugang nur für berechnigte Personen		
Schlüsselschalter				Inbetriebnahme nur durch berechtigten Personenkreis muss gewährleistet sein		
Information und Unterweisung	erforderlich					
Persönliche Schutzmaßnahmen						
Laserschutzbrillen				bei Tätigkeiten im Gefahrenbereich ^(1, 2)		
Laser-Justierbrillen	bei Justierarbeiten im Gefahrenbereich ⁽²⁾					
Schutzkleidung				im Gefahrenbereich ⁽²⁾		

⁽¹⁾ Bei der Beurteilung ist zu berücksichtigen, ob eine Tätigkeit in Gefahrenbereichen vorliegt oder nicht. Laserschutzbrillen sind im Gefahrenbereich anzuwenden. Bei Lasern der Klasse 3 R kann von der Verwendung von Laserschutzbrillen abgesehen werden, wenn durch geeignete kollektive Schutzmaßnahmen eine Gefahr für die Augen vermieden wird. Dafür ist es erforderlich zunächst das Expositionsrisiko wie im Folgenden angeführt zu minimieren, so dass die organisatorische Maßnahme „Information und Unterweisung“ der Arbeitnehmer/innen ausreichend ist.

Maßnahmen zur Minimierung des Expositionsrisikos sind z. B. die im Folgenden angeführten oder vergleichbare:

- Strahlengang so wählen, dass für Haupttätigkeiten die Kopfhöhe von Arbeitnehmer/innen nicht betroffen ist.
- Arbeitsorganisation so planen, dass für Haupttätigkeiten der Blickbereich der Arbeitnehmer/innen nicht zur Laserquelle orientiert ist.

Anmerkung:

Dies ist z.B. gegeben bei

- Justierlasern für technische Anwendungen, bei denen der Laserstrahl ortsfest vertikal emittiert und bei
- Pilotlaser medizinischer Anwendungen, (Führung des Handstücks durch den Arzt)

⁽²⁾ Zu bemerken ist, dass persönliche Schutzmaßnahmen nur bei Tätigkeiten im jeweiligen Gefahrenbereich erforderlich sind. Bei Gefährdung der Haut ist Hautschutz anzuwenden, soweit dies der Arbeitsvorgang zulässt und die Verfügbarkeit gegeben ist.

- ⁽³⁾ Die angeführten Maßnahmen stellen einen Überblick dar. Sie sind nach folgendem Grundsatz festgelegt: zuerst kollektive Maßnahmen (technisch, baulich, organisatorisch) und erst wenn dadurch die Lasergefahr nicht beseitigt werden kann, persönliche (individuelle) Schutzmaßnahmen. Bei der Anwendung der Schutzmaßnahmen geht es darum, das Schutzziel, die Vermeidung von Lasergefahren, zu realisieren. Daher gilt es zu entscheiden, welche der angeführten Maßnahmen im jeweiligen Anlassfall unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Gefahrenverhütung sinnvollerweise anzuwenden sind. D.h. es müssen nicht alle Maßnahmen der Tabelle berücksichtigt werden.
- Andererseits kann es spezielle Laser und Laseranwendungen geben, bei denen eine Lasergefahr schon früher als in der Tabelle 3 angeführt besteht oder eine Lasergefahr besteht, die nicht durch die Klasse beschrieben wird. D.h. Tabelle 3 legt nur für die überwiegende Zahl der in der Praxis vorkommenden Laser und Laseranwendungen Maßnahmen zur Gefahrenvermeidung fest, es kann aber spezielle Laser und Laseranwendungen geben, die damit nicht abgedeckt sind.

LITERATUR

- VOPST „Verordnung optische Strahlung“,
<http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20006827>,
www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Service/Vorschriften/default.htm
- ÖVE/ÖNORM EN 62471 „Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen“
- ÖVE/ÖNORM EN 60825-1 „Sicherheit von Lasereinrichtungen - Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen“
- AUVA-Merkblätter: www.auva.at/merkblaetter
 - M 014 „UV-Strahlungsbelastung am Arbeitsplatz“
 - M 080 „Grundlagen der Lasersicherheit“
 - M 081 „Lasersicherheit bei optischen Richtfunk-Systemen“
 - M 082 „Lasersicherheit LWLKS (Lichtwellenleiterkommunikationssysteme)“
 - M 083 „Optische Strahlung – Sicherheitsbeurteilung von LEDs“
 - M 084 „Optische Strahlung – Sicherheitsbeurteilung von UV- und IR-LEDs“
 - M 085 „Optische Strahlung – Gefährdung durch sichtbares Licht und Infrarotstrahlung“
 - M 086 „Optische Strahlung – Hitzebelastung am Arbeitsplatz“
 - M 087 „Sicherheit bei der Lasermaterialbearbeitung“
 - M 088 „Sicherheit bei handgeführten Laserbearbeitungsgeräten“
 - M 140 „Medizinische Anwendung des Lasers“
- AUVA-Reports: www.auva.at/reports
 - R 049 „Studie zur UV-Belastung beim Arbeiten im Freien“
 - R 051 „Projekt SAFE-LED - Gesundheitsrisiken durch neuartige Hochleistungs-Leuchtdioden (LED)“
 - R 052 und Anhänge „Gefährdung durch optische Strahlung - sichtbare und infrarote optische Strahlung“

- R 053 „Optische Strahlung - UV- und Blaulichtgefährdung von Theater- und Bühnenbeleuchtung“
- R 055a, R 055b „Optische Strahlung: UV-Strahlungsemission von Beleuchtungsquellen“