

203-036

DGUV Information 203-036



Laser-Einrichtungen für Show- und Projektions- anwendungen

kommmit** mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Nichtionisierende Strahlung im Fachbereich ETEM und
vom Sachgebiet Bühnen und Studios im Fachbereich Verwaltung der DGUV

Ausgabe: Januar 2021

Änderungen zur letzten Ausgabe: Die vorhandene Schrift wurde an den aktuellen Stand der Technik insbesondere an die Technischen Regeln Laserstrahlung (Stand 2018), sowie an die aktuellen Normen angepasst.

DGUV Information 203-036
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder
unter www.dguv.de/publikationen Webcode: p203036

Bildnachweis

Titelbild und Abb. 1: © Corri Seizinger – stock.adobe.com;
Abb. 2 und 3: © H.ZWEI.S Werbeagentur GmbH

Laser-Einrichtungen für Show- und Projektions- anwendungen

DGUV Informationen enthalten Hinweise und Empfehlungen, die die praktische Anwendung von Regelungen zu einem bestimmten Sachgebiet oder Sachverhalt erleichtern sollen.

Diese DGUV Information wurde erarbeitet vom Sachgebiet Nichtionisierende Strahlung im Fachbereich ETEM und vom Sachgebiet Bühnen und Studios im Fachbereich Verwaltung.

Diese DGUV Information soll den Unternehmern und Betreibern helfen, die Gefährdungsbeurteilung für den Betrieb eines Show- oder Projektionslasers gemäß OStrV zu erstellen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	5	9 Arbeitsmedizinische Vorsorge	17
2 Laserspezifische Regelungen	6	10 Jugendarbeitsschutz	18
3 Information über Laserstrahlung	7	11 Mutterschutz	18
3.1 Besonderheiten der Laserstrahlung	7	12 Schutzmaßnahmen	19
3.2 Laseranwendungen	7	12.1 Festlegung der Bereiche	19
3.3 Gefährdungen durch Laserstrahlung	8	12.2 Technische Schutzmaßnahmen	19
4 Definitionen	10	12.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen	20
4.1 Befähigte Person zur Prüfung des Show- und Projektions-Lasers	10	12.4 Persönliche Schutzmaßnahmen	21
4.2 Fachkundige Person nach OStrV	10	12.5 Besondere Schutzmaßnahmen	21
4.3 Bedienbereich	10	Anhang	22
4.4 Laser	10		
4.5 Laserpointer	10		
4.6 Laserschutzbeauftragte	10		
4.7 EGW für die Bestrahlung von Auge und Haut mit Laserstrahlung	11		
4.8 Projektionslaser	11		
4.9 Sicherheitsabschaltung	11		
4.10 Show-Laser	11		
4.11 Laserbereich bei Show- und Projektionsanwendungen	12		
4.12 Strahlüberwachung	12		
4.13 Zuschauerbereich	12		
5 Gefährdungsbeurteilung	13		
6 Verwendung von Show- und Projektionslasern	14		
6.1 Prüfung von Show- und Projektionslasern	14		
7 Laserschutzbeauftragte	16		
8 Unterweisung	17		

1 Anwendungsbereich

Diese DGUV Information findet Anwendung auf Laser-Einrichtungen im sichtbaren Wellenlängenbereich (400 nm bis 700 nm), deren Strahlung auf Flächen oder Gegenstände zum Zweck der Projektion oder von Showeffekten gerichtet ist.

Einsatzgebiete finden sich bei Veranstaltungen wie z. B. Theater- und Operninszenierungen, Konzerte, Shows, Kongresse, Tagungen, Ausstellungen, Präsentationen, Vor- und Aufführungen, Film- oder Fernsehaufnahmen.

Solche Veranstaltungen werden z. B. durchgeführt in Theatern, Mehrzweckhallen, Studios, Produktionsstätten bei Film und Fernsehen, Kabaretts, Varietés, Konzert-

sälen, Kongresszentren, Schulen, Ausstellungen, Messen, Museen, Diskotheken, Freizeitparks, Sportanlagen und Freilichtbühnen.

Projektionslaser werden z. B. bei Vorträgen auch als Laserpointer und in der Industrie zur Markierung, ohne Materialbearbeitung, verwendet.

Hauptschwerpunkt ist hierbei die Strahlungsgefährdung. Andere Gefährdungen werden im Einzelfall zusätzlich erwähnt.

2 Laserspezifische Regelungen

Laserspezifische Regelungen sind u. a. in den folgenden Normen und Schriften enthalten:

OStrV	Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung
TROS Laserstrahlung	Teil Allgemeines, Teil 1, Teil 2, Teil 3
TROS IOS	Teil Allgemeines, Teil 1, Teil 2, Teil 3
DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1): 2008	„Sicherheit von Lasereinrichtungen; Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien“ <i>Achtung: Auf die Besonderheiten beim Einsatz der Laser die nach Ausgabe 2015 der DIN EN 60825-1 klassifiziert wurden ist zu achten. Hierbei können auch bei Klasse 1 die Expositionsgrenzwerte (EGW) überschritten werden. Ferner sind bestimmte Laser für Projektionszwecke von dieser Norm ausgenommen, sodass sie als inkohärente Quelle nach DIN EN 62471-5 bewertet werden, aber dennoch die EGW für Laserstrahlung überschreiten.</i>
DIN EN 62471:2009-03	Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen <i>Anmerkung: Laserprojektoren können seit 2017 auch der Norm DIN EN 62471-5:2017-02 entsprechen.</i>
DIN EN 62471-5:2017	Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen – Teil 5: Photobiologische Sicherheit von Lampensystemen für Bildprojektoren
DIN EN 207	Persönlicher Augenschutz, Filter und Augenschutz gegen Laserstrahlung (Laserschutzbrillen)
DIN EN 208	Persönlicher Augenschutz, Brillen für Justierarbeiten an Lasern und Laseraufbauten (Laser-Justierbrillen)
DIN EN 12254	Abschirmungen an Laserarbeitsplätzen; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
DIN 56912:1999	Sicherheitstechnische Anforderungen für Show- und Projektions-Laser und Showlaseranlagen und Prüfung
DIN EN 60825-4 (VDE 0837 Teil 4)	Sicherheit von Laser-Einrichtungen; Teil 4: Abschirmungen an Laserarbeitsplätzen
DGUV Information 203-042	Auswahl und Benutzung von Laser-Schutzbrillen, Laser-Justierbrillen und Laser-Schutzabschirmungen

3 Information über Laserstrahlung

3.1 Besonderheiten der Laserstrahlung

Ein Laser ist ein Gerät zur Erzeugung von Licht (sichtbare optische Strahlung) mit besonderen Eigenschaften.

Die sichtbare Strahlung einer „normalen“ Lichtquelle, z. B. der Sonne, einer Glühlampe, enthält Licht verschiedener Wellenlängen, die das Auge als unterschiedliche Farben wahrnimmt. Alle Farben zusammen erscheinen dem Auge als weißes Licht. Das „Laserlicht“ enthält nur einen schmalen Anteil der jeweiligen Farbe. Je nach Art des Lasers erhält man als Licht die Farben violett, blau, grün, gelb, orange, rot, aber auch nicht sichtbare Strahlung im Ultraviolett (UV)- oder Infrarot (IR)-Bereich.

Eine „normale“ Lichtquelle sendet ihr Licht üblicherweise gleichmäßig in alle Richtungen aus. Der Laser erzeugt dagegen einen gebündelten Lichtstrahl, der sich geradlinig in die vorgesehene Richtung ausbreitet. Es ist damit beispielsweise möglich, zur Entfernungsmessung einen Laserstrahl bis zum Mond zu schicken (ca. 360 000 km), der auf der Mondoberfläche nur einen relativ geringen Durchmesser von ca. 20 km hat, wenn er eine entsprechend kleine Strahldivergenz (-aufweitung) besitzt. Laserlicht kann entweder kontinuierlich oder als Lichtblitze (gepulst) ausgesandt werden.

3.2 Laseranwendungen

Nach der Entwicklung des ersten Lasers hat es eine lange Zeit gedauert, um den Laser zu einer Einrichtung zu machen, die aus vielen Lebensbereichen nicht mehr wegzudenken ist. Sehr früh hat man sich bereits im Vermessungswesen, z. B. im Hoch- und Tiefbau, die geradlinige Ausbreitung der Laserstrahlung zu Nutze gemacht, in dem man den Laserstrahl als präzise Richtschnur bei größeren Entfernungen eingesetzt hat.

Die Lasertechnik hat in Form von DVD-Brennern und Laserpointern zur Präsentation Einzug auch in den Privatbereich gehalten. Ferner liegt eine Reihe von Anwendungen in der Industrie, im Gewerbe, in der Medizin, in der Forschung und im Unterhaltungsbereich.



Abb. 1 Beispiele von Showeffekten

Bei bestimmten Veranstaltungen werden für Show- und Projektionszwecke entsprechende Showlaser eingesetzt. Ferner werden zur Projektion von Videos zunehmend Laserprojektoren/Beamer eingesetzt.

Die unterhaltungsorientierte Art der Anwendung sollte jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass durch Laserstrahlung bei unsachgemäßem Einsatz bei Beschäftigten und bei Besuchern bleibende Gesundheitsschäden hervorgerufen werden können.

3.3 Gefährdungen durch Laserstrahlung

Durch die starke Bündelung des Laserstrahls kann die gesamte Energie der Strahlung auf einen geringen Querschnitt gebündelt werden. Wird der Mensch von einem solchen Strahl getroffen, können Gesundheitsschäden hervorgerufen werden. Neben Verbrennungen der Haut besteht insbesondere die Gefahr von Augenverletzungen. Sichtbare Laserstrahlung kann bis zur Augennetzhaut gelangen und diese zerstören. Unter Berücksichtigung der Unfallschwere ist daher der Gefährdung der Augen besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Entsprechend der möglichen Gefährdung werden Laser bzw. Geräte, die einen Laser enthalten (Lasereinrichtungen), vom Hersteller in Klassen nach DIN EN 60825-1 eingeteilt. Die Bedeutung und Hinweise für die Anwendung finden sich in TROS Laserstrahlung, insbesondere im Teil Allgemeines.

Besonders gefährlich ist die Strahlung von Lasereinrichtungen der Klassen 3B und 4. Bei Laserstrahlung aus Lasereinrichtungen der Klasse 4 kann bereits ein Bruchteil der Strahlung, der an metallischen oder polierten Oberflächen oder an Glasflächen, z. B. auch Flaschen, reflektiert wird, zu Augenschäden führen. Dieser Sachverhalt kann auch für Laser der Klasse 3B zutreffen.

Tabelle 1 Typische Laser für Show- und Projektionszwecke

Typische eingesetzte Laser und ihre Wellenlängen
Laserdioden
• Rot: 635 nm, 638 nm, 642 nm, 650 nm, 660 nm
• Grün: 515 nm, 520 nm
• Blau: 445 nm
• Violett: 405 nm
Diodengepumpte Festkörperlaser DPSS (Diode-Pumped Solid State, Frequency-Doubled)
• Rot: 671 nm
• Grün: 532 nm
• Blau: 457 nm, 473 nm
• Violett: 404 nm
Gas-Laser
• Rot: Helium-Neon 632,8 nm, Krypton 647,1 nm
• Grün: Argon 514,5 nm
• Blau: Argon 488 nm, 457,9 nm
• Multi-Color (Weißlicht): Gasgemisch Argon/Krypton 647,1 nm; 514,5 nm; 488 nm; 476,5 nm; 457,9 nm

Zum Verständnis der Gefährdung ist ein Vergleich mit sichtbarem Licht hilfreich. Ein im gelbgrünen Bereich kontinuierlich strahlender Laser mit einer Leistung von nur 1 mW ($= 1 \cdot 10^{-3}$ Watt) gehört noch zur relativ ungefährlichen Laserklasse 2. Für die Augen ist in diesem Fall eine Bestrahlungsdauer bis zu 0,25 s zulässig. Bei längerer Bestrahlung besteht die Möglichkeit einer Augenschädigung. Um dies zu vermeiden, müssen aktive Schutzmaßnahmen, d. h. sofortiges Schließen der Augen und rasches Kopf aus dem Strahl bewegen, durchgeführt werden.

Bei einer Lasereinrichtung der Klasse 3R im sichtbaren Bereich ist die Laserleistung bis zu 5-mal und bei der Klasse 3B bis zu 500-mal höher als bei der Laserklasse 2.

Tabelle 2 Laserklassen und ihre Gefährdung (vereinfacht)

Laserklasse	Gefährdung bzw. Schädigungsmöglichkeit	Typische Leistung P (Dauerstrich-Laser)	Typische Anwendung
1	Unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen sicher	P kleiner 0,4 mW bei Wellenlängen zwischen 500 nm und 700 nm	Scanner-Kasse, DVD-Player, eingehauste Laser
1M	Bei Einsatz von optisch sammelnden Instrumenten für das Auge gefährlich (sonst wie Klasse 1)	P kleiner 0,4 mW bei Wellenlängen zwischen 500 nm und 700 nm aber der Strahldurchmesser ist größer als 7 mm	Vermessung
2	Der direkte Blick in den Strahl muss vermieden werden – bei längerer Betrachtung über 0,25 s hinaus kann es zu Netzhautschäden kommen	P kleiner 1 mW	Laserpointer, Laser-Wasserwaage
2M	Bei Einsatz von optisch sammelnden Instrumenten für das Auge gefährlich (sonst wie Klasse 2)	der Strahldurchmesser ist größer als 7 mm und die Leistungsdichte beträgt maximal 25 W/m ²	Motivlaser, Nivellierlaser
3R	Gefährlich für das Auge	P kleiner 5 mW	Show- und Projektions-Laser, (für den sichtbaren Bereich)
3B	Immer gefährlich für das Auge	P kleiner 500 mW	
4	Immer gefährlich für das Auge und die Haut	P größer 500 mW	

Bei Lasershows werden häufig Lasereinrichtungen der Klasse 4 verwendet.

Im Gegensatz zum „Sonnenlicht“ oder dem Licht einer Lampe, bei dem die Leistungsdichte mit dem Abstand zur Lichtquelle sehr schnell abnimmt, ist die Abnahme der Laserleistungsdichte (Bestrahlungsstärke) mit der Entfernung

nur gering. Diese Entfernung kann aber sehr viel größer sein als bei inkohärenten Lichtquellen. Daher können auch in größeren Entfernungen Gesundheitsschäden hervorgerufen werden, wenn die Laserstrahlung auf den Menschen, und zwar insbesondere auf die Augen, trifft.

4 Definitionen

Für die Anwendung dieser DGUV Information gelten u. a. die folgenden Definitionen:

4.1 Befähigte Person zur Prüfung des Show- und Projektions-Lasers

Die befähigte Person zur Prüfung von Show- und Projektions-Lasern ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung, z. B. einschlägige Arbeit beim Laserhersteller, und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Lasersicherheit des Show- und/oder Projektions-Lasers verfügt. Ferner muss sie auch mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, insbesondere Technische Regeln Betriebssicherheit (z. B. TRBS 1203), DGUV Vorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z. B. DGUV Informationen, DIN-Normen, VDE-Bestimmungen) vertraut sein.

Zur Prüfung der elektrischen Komponenten des Show- und Projektionslasers muss die zur Prüfung befähigte Person die Anforderungen nach Abschnitt 3.1 der TRBS 1203 erfüllen. Dies ist insbesondere eine elektrotechnische Berufsausbildung oder eine andere für die Prüfaufgaben ausreichende elektrotechnische Qualifikation.

Anmerkung:

Die Qualifizierung zu Laserschutzbeauftragten beinhaltet nicht die Befähigung zur Prüfung von Show- und Projektionslasern.

4.2 Fachkundige Person nach OStrV

Fachkundige für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung im Sinne des § 5 Absatz 1 OStrV sind Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung oder Erfahrungen ausreichende Kenntnisse über die Gefährdungen durch Laserstrahlung haben. Sie sind auch mit den Vorschriften und Regelwerken soweit vertraut, dass sie die Arbeitsbedingungen und daraus resultierenden arbeitsplatzspezifischen Gefährdungen vor Beginn der Tätigkeit ermitteln und bewerten können. Die Fachkundigen können die Schutzmaßnahmen festlegen, bewerten und überprüfen.

4.3 Bedienbereich

Der Bedienbereich ist der Bereich, von dem aus der Laser bedient wird und bei dem die EGW im Normalbetrieb unterschritten sind.

4.4 Laser

Der Laser ist eine im Show- und Projektions-Bereich verwendete Strahlungsquelle in sichtbarem Wellenlängenbereich (400 nm–700 nm), die als „Lichtquelle“ dient.

4.5 Laserpointer

Laserpointer sind handgehaltene Laser zu Projektionszwecken, die die Anforderung der Klasse 1 oder 2 erfüllen.

Anmerkung: Laser höherer Leistung fallen als Show- oder Projektionslaser unter diese DGUV Information.

4.6 Laserschutzbeauftragte

Die Laserschutzbeauftragten gemäß TROS Laserstrahlung sollen eine abgeschlossene technische, naturwissenschaftliche, medizinische oder kosmetische Berufsausbildung (jeweils mindestens zwei Jahre) haben und über mindestens zwei Jahre Berufserfahrung verfügen. Die Laserschutzbeauftragten haben einen Nachweis über die erfolgreiche Teilnahme an einem entsprechenden LSB-Lehrgang, siehe TROS Laserstrahlung – Teil Allgemeines und DGUV Grundsatz 303-005 „Ausbildung und Fortbildung von Laserschutzbeauftragten sowie Fortbildung von fachkundigen Personen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach OStrV bei Laseranwendungen“.

4.7 EGW für die Bestrahlung von Auge und Haut mit Laserstrahlung

Die Expositionsgrenzwerte (EGW) nach § 2 Absatz 5 OStrV sind maximal zulässige Werte bei Exposition der Augen oder der Haut gegenüber Laserstrahlung. Diese sind in Anlage 4 des Teils 2 „Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung“ TROS Laserstrahlung aufgeführt.

Hinweis 1:

Der Expositionsgrenzwert (EGW) ist das maximale Ausmaß der Laserstrahlung, dem das Auge oder die Haut ausgesetzt werden kann, ohne dass damit akute Gesundheitsschädigungen gemäß Tabelle A3.1 der Anlage 3 der TROS Laserstrahlung, Teil 2 verbunden sind. Zum Schutz vor langfristigen Schädigungen durch die kanzerogene Wirkung von UV-Strahlung ist das Minimierungsgebot nach § 7 OStrV besonders zu beachten.

Hinweis 2:

In anderen Schriften (z. B. DGUV Vorschrift 11 und 12) wird auch der Begriff „Maximal zulässige Bestrahlung (MZB)“ für den EGW verwendet. Die Werte können sich unterscheiden. Bei der Einhaltung der MZB-Werte nach DGUV Vorschrift 11 und 12 werden auch die Expositionsgrenzwerte nach OStrV eingehalten.

Hinweis 3:

Auch bei täglichen Expositionsdauern von über 30 000 s (8 h 20 min) gilt der jeweilige Expositionsgrenzwert von 30 000 s (siehe TROS Laserstrahlung, Teil 2, Anlage 4, Tabellen A4.4 und A4.5).

In Anhang 4 sind Zeitkriterien zur Einhaltung der EGW aufgeführt.

4.8 Projektionslaser

Lasereinrichtung, deren sichtbare Strahlung auf Gegenstände oder Flächen zum Zweck der Projektion (keine Materialbearbeitung) gerichtet ist. Häufig auch als Beamer oder Monitor bezeichnet und eingesetzt.

4.9 Sicherheitsabschaltung

Eine Vorrichtung nahe am Laser zur Unterbrechung des Strahlweges oder zum Abschalten der Strahlung, die durch eine Strahlüberwachung ausgelöst wird.

Anmerkung:

Showlaser müssen, sofern nach DIN 56912 „Showlaser und Showlaseranlagen; Sicherheitsanforderungen und Prüfung“ gebaut, mindestens eine manuelle Sicherheitsschaltung aufweisen, die es ermöglicht, den Strahlaustritt jederzeit zwangsläufig unterbrechen zu können. Ist ferner eine Strahlüberwachung erforderlich, so muss eine automatische Strahlunterbrechung gemäß DIN 56912 innerhalb von längstens 100 ms erfolgen.

4.10 Show-Laser

Laser-Einrichtung, deren sichtbare Strahlung zum Erzeugen von Lichteffekten und Lichtmustern dient.

Der Show-Laser besteht in der Regel aus einem oder mehreren Lasern, Ablenkeinheiten, sowie aus einer oder mehreren Steuereinheiten für Effekte und Sicherheitseinrichtungen.

4.11 Laserbereich bei Show- und Projektionsanwendungen

Der Laserbereich bei Show- und Projektionsanwendungen ist der Bereich, in dem die EGWs überschritten werden können.

In folgender Abbildung sind die verschiedenen Bereiche graphisch dargestellt:

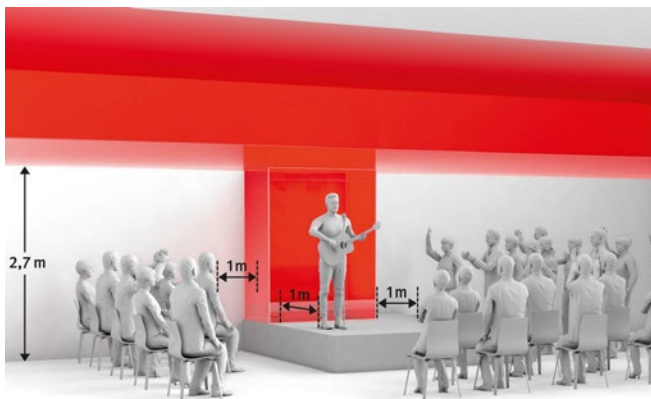


Abb. 2 Darstellung der verschiedenen Bereiche

Im Showlaserbereich können szenische Darstellungen durch geeignete und unterwiesene Darsteller durchgeführt werden. Diese dürfen während der Darstellung nicht überexponiert werden. Bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen kann man sich an der Vorgehensweise mit pyrotechnischen Effekten orientieren. Siehe auch DGUV Information 215-312 „Sicherheit bei Veranstaltungen und Produktionen – Pyrotechnik, Nebel und andere szenische Effekte“.

4.12 Strahlüberwachung

Eine Strahlüberwachung ist ein System, das die Abweichung erkennt und meldet, wenn die Laserstrahlung vom bestimmungsgemäßen Betriebszustand abweicht.

4.13 Zuschauerbereich

Der Zuschauerbereich ist der Bereich, in dem sich Personen während der gesamten Show aufhalten können. Hier wird der EGW unterschritten.

In folgender Abbildung ist die Abgrenzung zwischen dem Zuschauerbereich und dem Showlaserbereich graphisch dargestellt:

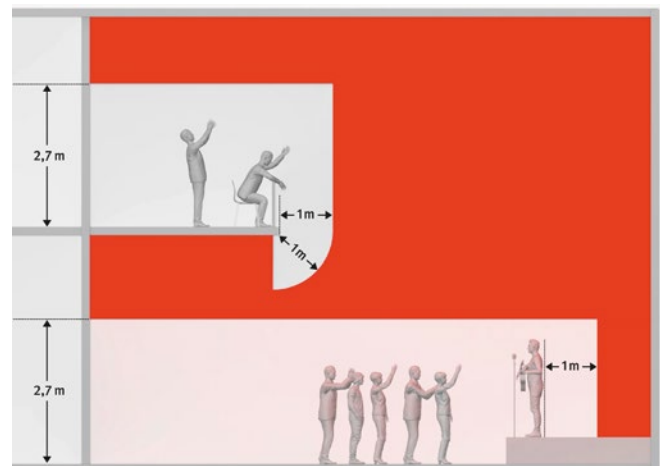


Abb. 3 Abgrenzung zwischen dem Zuschauerbereich und dem Showlaserbereich

Anmerkung:

Die Schutzabstände von einem Meter im 1. Geschoss auf dem Bild beziehen sich auf Geländer, die durchgreifbar sind bzw. nur eine Höhe von ca. 1 m haben, z. B. bei einer Glaswand mit ausreichender Höhe entfällt dieser Abstand.

5 Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung dient dazu, die Sicherheit und die Gesundheitsgefahren der Beschäftigten zu beurteilen und entsprechende Maßnahmen zu ihrem Schutz festzulegen. Sie wird vom Arbeitgeber, den jeweiligen Vorgesetzten und den verantwortlichen Personen durchgeführt.

Die Gefährdungsbeurteilung für Lasereinrichtungen für Show- oder Projektionszwecke sollte in der Regel in mehreren Schritten erfolgen:

- systemseitige Gefährdungsbeurteilung der Hersteller der Lasereinrichtungen
- generelle Gefährdungsbeurteilung für die Veranstaltung und Produktion
- Einsatzbedingungen, Besonderheiten der Produktionsstätte, einzurichtende Laserbereiche

Die Gefährdungsbeurteilung soll sich auf die wesentlichen Gefährdungen beschränken und die tatsächlichen Verhältnisse berücksichtigen.

Der Anhang 1 enthält eine beispielhafte Gefährdungsbeurteilung für Lasereinrichtungen.

Zu den Gefährdungen, die immer zu berücksichtigen sind, gehören:

- optische Strahlung
- Blendung, Sehen von Nachbildern
- Brand- und Explosionsgefahr durch im Showbereich befindliche Brandlasten
- herabfallende Gegenstände
- elektrischer Schlag

Ausführliche Festlegungen und Hinweise zum grundsätzlichen Vorgehen bei der Gefährdungsbeurteilung bezüglich der Laserstrahlung sind in TROS Laserstrahlung – Teil 1 enthalten.

6 Verwendung von Show- und Projektionslasern

Für die Anwendung und den Betrieb von Show- und Projektionslasern gilt insbesondere die OStrV und die TROS Laserstrahlung.

Ein Handlungsbedarf ist z. B. dann gegeben, wenn auf Grund der Anwendung der Checkliste im Anhang 5 „Handlungsanleitung für die Gefährdungsbeurteilung von Show- und Projektionslasern“ notwendig sind.

Bei allen Punkten in der Checkliste, die mit „Nein“ beantwortet wurden, muss jeweils geprüft werden, ob Änderungen oder Maßnahmen notwendig sind.

Zur Überwachung des sicheren Betriebs der eingesetzten Lasereinrichtungen sind die erforderlichen Maßnahmen wirksam durchzuführen. Die Zuordnung eines Laserproduktes zu einer Laserklasse erfolgt durch den Hersteller. Die Unternehmer dürfen nur Lasereinrichtungen und Zubehör bereitstellen, die den geltenden Rechtsvorschriften und u. a. den in Abschnitt 2 „Laserspezifischen Regelungen“ angeführten Regeln der Technik entsprechen.

Die Lasereinrichtungen sind nach den am Einsatzort zu erwartenden Bedingungen auszuwählen und bestimmungsgemäß einzusetzen.

Der Einsatz eines Lasers für Show- oder für Projektionszwecke kann erst dann als sicher angesehen werden, wenn der Strahl ausreichend abgeschwächt, aufgeweitet, aufgeteilt oder so schnell bewegt wird, dass er das Auge ggf. nur sehr kurzzeitig treffen kann und damit die Werte für die Expositionsgrenzwerte (EGW), die von der Wellenlänge, der Bestrahlungsdauer und der Wiederholfrequenz von Pulsfolgen abhängen, nicht überschritten werden. Das Schutzziel kann auch durch den Einsatz eines geeigneten automatischen Strahlabschwächungssystems oder Strahlunterbrechungssystems (z. B. Shutter) erreicht werden.

Der Arbeitgeber hat die Lasereinrichtungen so zu verwenden, dass die Sicherheit und der Gesundheitsschutz aller Beteiligten gewährleistet sind.

Die Verwendung umfasst:

- Gefährdungsbeurteilung
- Auf- und Abbau
- Erprobung
- Gebrauch
- Wartung und Prüfung
- Normalbetrieb

Bei der Benutzung sind die in Abschnitt 12 aufgeführten Schutzmaßnahmen entsprechend dem Grad der Gefährdung durchzuführen bzw. anzuwenden.

6.1 Prüfung von Show- und Projektionslasern

Die Prüfung von Show- und Projektionslasern richtet sich nach § 14 Betriebssicherheitsverordnung und nach § 5 DGUV Vorschrift 3 bzw. DGUV Vorschrift 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“. Die Prüfpflichten beinhalten eine Prüfung vor der erstmaligen Verwendung, wiederkehrende Prüfungen und außerordentliche Prüfungen. Das Ergebnis der Prüfungen ist aufzuzeichnen. Ein aktueller Prüfnachweis ist in geeigneter Form mit dem Show- und Projektionslaser mitzuführen.

Vor der erstmaligen Verwendung sind Show- und Projektionslaser von einer zur Prüfung befähigten Person prüfen zu lassen. Prüfinhalte, die im Rahmen eines Konformitätsbewertungsverfahrens geprüft und dokumentiert wurden, müssen nicht erneut geprüft werden. Vor jeder Inbetriebnahme nach einer Montage muss insbesondere folgendes geprüft werden:

- Funktion der Sicherheitseinrichtungen des Lasers
- Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag
- Einhaltung der EGW im Zuschauerbereich
- Einhaltung des Mindestabstandes
- Kennzeichnung und ggf. Absperrung der Laserbereiche
- Testlauf nach Montage und Programmierung.

Das Ziel der wiederkehrenden Prüfungen ist, Mängel durch Schäden verursachende Einflüsse rechtzeitig zu erkennen und gefährdende Betriebszustände zu verhindern. Die Fristen für die wiederkehrenden Prüfungen sind so festzulegen, dass die Arbeitsmittel bis zur nächsten festgelegten Prüfung sicher verwendet werden können.

Die wiederkehrenden Prüfungen umfassen insbesondere:

- korrekte Einstellung der Laserbereiche am Gerät
- Einhaltung der Sicherheitsabstände
- korrekter Programmablauf
- Funktion der Ablenkeinheiten
- Wirksamkeit der Shutter
- korrekter Einbau und Funktion von Gitterscheiben und Effektfiltren
- Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag.

Außerordentliche Prüfungen werden nach prüfpflichtigen Änderungen notwendig oder wenn außergewöhnliche Ereignisse stattgefunden haben, die schädigende Einwirkung auf die Sicherheit des Show- und Projektionslasers haben können.

Prüfpflichtige Änderungen sind Änderungen, durch welche die Sicherheit eines Arbeitsmittels beeinflusst wird, z. B. Instandsetzungsarbeiten.

Außergewöhnliche Ereignisse können insbesondere Unfälle, längere Zeiträume der Nichtverwendung oder Naturereignisse sein.

7 Laserschutzbeauftragte

Die Laserschutzbeauftragten (LSB) sind bei Lasern der Klassen 3R, 3B oder 4 vom Arbeitgeber schriftlich zu bestellen. Mit der Bestellung überträgt der Arbeitgeber ihnen die konkreten Aufgaben, Befugnisse und Pflichten.

An Arbeitsplätzen mit Laser-Einrichtungen der Klassen 3R oder höher unterstützt der LSB durch seine Fachkenntnisse den Arbeitgeber oder die fachkundige Person bei der Gefährdungsbeurteilung, die der Arbeitgeber gemäß § 5 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) i. V. m. § 3 OStrV vorzunehmen hat und bei der Festlegung der erforderlichen Schutzmaßnahmen. Die Laserschutzbeauftragten unterstützen den Arbeitgeber bei der Überwachung des sicheren Betriebs der genannten Lasereinrichtungen an Arbeitsplätzen.

Der LSB arbeitet dabei mit der Fachkraft für Arbeitssicherheit und der Betriebsärztin/dem Betriebsarzt zusammen.

Er kennt ggf. entsprechend der Tätigkeit bzw. eingeschränkt auf den entsprechenden Anwendungsbereich:

1. die grundlegenden Regelwerke des Arbeitsschutzes (ArbSchG, OStrV, DGUV Vorschriften, Technische Regeln, Normen und ggf. spezielle Regelungen zum Laserschutz),
2. Kenngrößen der Laserstrahlung,
3. die direkten Gefährdungen (direkte und reflektierte Laserstrahlung) und deren unmittelbare biologische Wirkungen sowie die indirekten Gefährdungen (insbesondere vorübergehende Blendung, Brand- und Explosionsgefährdung, Lärm, elektrische Gefährdung) bei Arbeitsplätzen mit Anwendung von Laserstrahlung,

4. die grundlegenden Anforderungen an eine Gefährdungsbeurteilung,
5. die Gefährdungsbeurteilungen für die Arbeitsplätze, für die er als LSB benannt ist,
6. die Schutzmaßnahmen (technische, organisatorische und persönliche),
7. Rechte und Pflichten der Laserschutzbeauftragten,
8. die Laserklassen nach DIN EN 60825-1 und die Hinweise zu den Laserklassen nach TROS Laserstrahlung, Teil Allgemeines,
9. die Bedeutung der Expositionsgrenzwerte der OStrV,
10. die Inhalte der Unterweisung nach § 8 OStrV sowie
11. den sicheren Betrieb der Laser-Einrichtungen (Ablauf der Show), für die er bestellt ist und weiß, wie diese zu überwachen sind.

Im Rahmen seiner Tätigkeit unterstützt der LSB den Arbeitgeber bei der Unterweisung der Beschäftigten.

Hinweis:

Die Aufgaben und Anforderungen an die Fachkundige bzw. den Fachkundigen für die Gefährdungsbeurteilung sowie für Messung und Berechnung sind in Teil 1 der TROS Laserstrahlung beschrieben. Es ist möglich, dass die Funktionen der Fachkundigen und der Laserschutzbeauftragten in einer Person vereint sind.

8 Unterweisung

Ziel der Unterweisung ist es, sicherheits- und gesundheitsgerechte Verhaltensweisen zu erreichen oder zu erhalten. Sinnvollerweise werden in der betrieblichen Praxis die Beurteilung der Arbeitsbedingungen und die Unterweisungen miteinander verzahnt. Die bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen festgestellten Gefährdungen und die daraus abgeleiteten Maßnahmen werden dabei zum Unterweisungsinhalt.

Zum Unterweisungsinhalt kann gehören:

- Veranstaltungsorganisation
- szenische Abläufe (feuergefährliche Effekte, Pyrotechnik, atmosphärische Effekte, ...)
- Abgrenzung der Showlaserbereiche
- grundsätzliche Gefährdungen und Arbeitsschutzmaßnahmen für die eingesetzten Lasereinrichtungen
- Gefährdungen durch die Einsatzbedingungen und die daraus abgeleiteten Schutzmaßnahmen, Besonderheiten der Produktionsstätte, durchzuführende Lasereinsätze unter Berücksichtigung der szenischen Anforderungen.

Es ist die Aufgabe der verantwortlichen Personen, z. B. der Produktionsleitung, der Leitung der einzelnen Gewerke, wie z. B. Aufnahmeleitung, Beleuchtung, Bühnenbau, Spezialeffekte, zu unterweisen. Diese wiederum sind für die Unterweisungen und Nachweise in ihrem Verantwortungsbereich zuständig.

Die Unterweisung ist zu dokumentieren (Inhalt und Teilnehmerkreis) mit Unterschrift der Teilnehmenden.

Ein beispielhafter Unterweisungsnachweis befindet sich im Anhang 2.

9 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Für Beschäftigte, die in Bereichen mit Laserstrahlung tätig sind, sieht die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) in Bezug auf die Exposition gegenüber Laserstrahlung weder eine Pflicht- noch eine Angebotsvorsorge vor.

Individuelle arbeitsmedizinische Vorsorge kann Unfälle nicht verhindern. Eine unmittelbare Exposition von Beschäftigten ist niemals beabsichtigt und muss durch tech-

nische und organisatorische Schutzmaßnahmen sicher verhindert werden. Für inkohärente optische Sekundärstrahlung siehe TROS IOS Teil 1 Abschnitt 5.

Der Arbeitgeber hat Beschäftigten nach § 11 ArbSchG bzw. § 5a ArbMedVV arbeitsmedizinische Vorsorge zu ermöglichen, sofern ein Gesundheitsschaden im Zusammenhang mit der Tätigkeit nicht ausgeschlossen werden kann (Wunschvorsorge).

10 Jugendarbeitsschutz

Im Hinblick auf die Sicherheit und die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen am Arbeitsplatz sind die Vorgaben des Jugendarbeitsschutzgesetzes (JArbSchG) und der Kinderarbeitsschutzverordnung (KindArbSchV) zu berücksichtigen. Die Bedienung von Einrichtungen mit Showlasern durch Personen unter 18 Jahren darf nur unter Aufsicht erfolgen.

11 Mutterschutz

Im Hinblick auf die Sicherheit und die Gesundheit von Schwangeren und stillenden Müttern am Arbeitsplatz sind die Vorgaben des Mutterschutzgesetzes (MuSchG) und der Verordnung zum Schutz der Mütter am Arbeitsplatz (MuSchArbV) zu berücksichtigen.

12 Schutzmaßnahmen

Die nachfolgenden Schutzmaßnahmen sind aus der branchenüblichen Betriebsweise und der daraus resultierenden Beurteilung der Gefährdungen abgeleitet.

12.1 Festlegung der Bereiche

- 12.1.1 In Bereichen, in denen sich Personen aufhalten und in erreichbaren Bereichen, die diesen seitlich unmittelbar benachbart sind, dürfen bis zu einer Höhe von 2,70 m die EGW nicht überschritten werden.
- 12.1.2 Der Show- und Projektionslaserbereich ist durch einen Mindestabstand vom Zuschauerbereich sicher abzugrenzen, z. B. durch eine erhöhte Bühnenfläche (Mindesthöhe 0,8 m), Orchestergraben oder Gitter (Mindesthöhe 0,8 m). Zwischen dem Show- und Projektionslaserbereich und dem Zuschauerbereich muss z. B. seitlich ein Sicherheitsabstand von mindestens 1 m vorgesehen sein. Von der dem Show- und Projektionslaserbereich nächstgelegenen Über- oder Durchgriffsmöglichkeit muss der Abstand nach unten mindestens 1 m betragen. Er darf von unbefugten Personen nicht erreicht werden; dies wird z. B. durch Strahlführung, Abschränkung und Eingrenzung erreicht.
- 12.1.3 Im Bedienbereich müssen im Normalbetrieb die EGW unterschritten werden.

12.2 Technische Schutzmaßnahmen

- 12.2.1 Für Laser-Effekte sollen bevorzugt Lasereinrichtungen mit möglichst niedriger Leistung benutzt werden.
- 12.2.2 Ist die Ausgangsleistung der Lasereinrichtung begrenzt worden, so darf die Begrenzung nicht von Hand oder mit einfachem Werkzeug aufgehoben oder umgangen werden können.
- 12.2.3 Die Lasereinrichtung und alle optisch wirksamen Komponenten müssen fest, unverrückbar und so eingebaut sein, dass ein nicht bestimmungsgemäßes Auswandern der Laserstrahlung während des Betriebes verhindert ist.

12.2.4 Komponenten, die Laserstrahlung mit Bestrahlungswerten oberhalb der EGW in ihrer Richtung beeinflussen können, müssen mit Blenden oder gleichwertigen Einrichtungen versehen sein, die das Eindringen der Strahlen in den Zuschauer- und Bedienbereich auch im Störfall verhindern.

- 12.2.5 Lasereinrichtungen der Klassen 3R, 3B oder 4 dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, z. B. durch Aufweiten, dass durch die Energie des direkten oder reflektierten Strahls an einem beliebigen Auftreffpunkt des Raumes auch bei Dauerbelastung keine höhere Temperatur als 90° C erzeugt wird. Nach VDE 711-1:2018-09, Tabelle 12.1 ist für angeleuchtete Gegenstände eine Grenztemperatur von 90° C zulässig.
- 12.2.6 Außerhalb der eigentlichen Laser-Show ist der Strahl abzuschalten oder möglichst nahe am Laser zu unterbrechen.
- 12.2.7 Die elektrische Sicherheit wird durch die Einhaltung der DIN EN 61010/VDE 0411 Teil 1 „Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte; Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ gewährleistet.
- 12.2.8 Der Show- und Projektionslaser muss standsicher aufgestellt und gegen Verstellen und Verdrehen gesichert sein.

Die optisch wirksamen Komponenten müssen fest an der Wand, Stellage usw. befestigt sein. Darüber hinaus müssen die diese Komponenten tragenden Elemente ihrerseits fest bzw. gehaltert angebracht sein.

- 12.2.9 Die Strahlführung muss soweit wie möglich mit mechanischen Einrichtungen (z. B. durch Strahlfänger, Sicherheitsblenden, Strahlummantelung) gesichert werden.

Lassen sich mechanische Einrichtungen nicht oder nicht vollständig verwenden, so sind bei Show- und Projektionseffekten, bei denen durch Änderung des bestimmungsgemäßen Betriebes der Laser-Einrichtung, z. B. geometrische Grenzen, Strahlparameter, Gefährdungen eintreten können,

der Laser-Einrichtung mit einer Strahlüberwachung zu versehen.

In Teilbereichen haben sich Blenden bewährt, die einfach verhindern, dass sich der Raumwinkel des Strahles auf gefährdete Zuschauerbereiche erstreckt.

12.2.10 Eine Sicherheitseinhausung (siehe Abschnitt 3.8 der DIN 56912) muss so gestaltet sein, dass:

- kein unbefugter Zugriff möglich ist, z. B. im verschlossenen Raum bzw. nur mit Werkzeug zu öffnen;
- sie den äußeren und inneren betriebsmäßigen Einwirkungen standhält, z. B. mechanische oder thermische Einwirkungen.

12.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen

12.3.1 Müssen sich Personen z. B. aus szenischen Gründen im Showlaserbereich aufhalten, so sind geeignete Schutzmaßnahmen, wie Augenschutz, Markierungen, einstudierte Bewegungsabläufe, zu treffen. Diese Personen sind über die Gefährdungen und die Schutzmaßnahmen zu unterweisen.

12.3.2 Justier- und Wartungsarbeiten an Lasereinrichtungen der Klassen 1M, 2M, 3R, 3B und 4 und an zugehörigen optischen Komponenten dürfen nur von befugten und an diesen Laser geschulten Personen, z. B. durch die Lieferfirma, durchgeführt werden.

12.3.3 Für Lasereinrichtungen der Klasse 3R, 3B oder 4 ist die Einhaltung der EGWs am jeweiligen Aufstellungsort für alle vorgesehenen Effekte durch eine sicherheitstechnische Prüfung einer befähigten Person nachzuweisen. Das Ergebnis der Prüfung ist zu dokumentieren.

12.3.4 Die Showlasereinrichtung darf nur befugten Personen zugänglich sein, dies kann z. B. durch Schüsselschalter oder Abschränkung realisiert werden.

Die Laser-Show oder -Projektion darf nur durch eine geschulte und vom Unternehmer beauftragte Person durchgeführt werden. Sie muss bei der

Show oder Projektion den Strahlengang überwachen und eine Abschaltung des Gerätes bzw. eine Unterbrechung des Strahlenganges bei Störfällen am Gerät, unsicheren Betriebsbedingungen oder Unruhe im Publikum vornehmen. Für die beauftragte Person muss jederzeit ein NOT-AUS-Schalter der Lasereinrichtung funktionstüchtig sichtbar zugänglich sein. Daher sind entsprechende Not-Halt-Taster (früher oft auch als NOT-AUS bezeichnet) vorzusehen. Diese beauftragte Person muss durch eine geeignete Person, z. B. eine Laserschutzbeauftragte oder einen Laserschutzbeauftragten unterwiesen und in die Besonderheiten der Anlage eingewiesen werden.

Ein unbeaufsichtigter Betrieb einer Show- und Projektionslaseranlage ist möglich, wenn unter vernünftigerweise zu erwartenden Bedingungen sichergestellt ist, dass der Laserbereich nicht erreicht wird. Im Folgenden soll ein Beispiel dies erläutern: Ein Lasereffekt „Sternenhimmel“ mittels eines grünen Klasse 3R Lasers soll auf einen Baum gerichtet werden. Beim unbeaufsichtigten Betrieb wird der Laser so angebracht, dass er in über 3,5 m Höhe auf dem Betriebsgelände strahlt. Am Boden neben dem Baum wird das Laserwarzeichen, die Kennzeichnung „Zutritt für Unbefugte verboten“ und ein Flatterband angebracht. Ferner ist am Zugang der Name und die Telefonnummer der Laserschutzbeauftragten oder des Laserschutzbeauftragten und der informierten Eingangspforte angebracht.

12.3.5 Die Unternehmer haben dafür zu sorgen, dass die Beschäftigten mindestens einmal jährlich über die Gefahren der Laserstrahlung unterwiesen werden, sowie den vorhandenen Sicherheitseinrichtungen und mit den erforderlichen Schutzmaßnahmen, in Form einer Unterweisung, vertraut gemacht werden, siehe auch TROS Laserstrahlung. Die Unterweisung ist gemäß § 4 der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ zu dokumentieren.

12.4 Persönliche Schutzmaßnahmen

Für Lasereinrichtungen der Klassen 3R, 3B und 4 sind geeignete Laser-Schutz- bzw. Laser-Justierbrillen bereitzustellen, wenn Tätigkeiten in Bereichen durchgeführt werden, in denen die Möglichkeit besteht, dass die EGW überschritten werden können und keine anderen geeigneten Schutzmaßnahmen möglich sind. Dies ist zum Beispiel bei Wartungs- und Servicearbeiten an Lasereinrichtungen der Fall. Da bei den Schutzbrillen in der Regel maximal zwei Wellenlängen abgedeckt sind, sind hierbei weitere organisatorische und technische Maßnahmen notwendig, da bei den Showlasern meistens drei Farben zum Einsatz kommen und somit nicht der vollständige Schutz gewährleistet werden kann. Eine mögliche technische Maßnahme ist die zusätzliche Abdeckung eines Lasers mit einer Wellenlänge.

Für die Berechnung und Auswahl von Laserschutz- und Justierbrillen siehe DGUV Information 203-042 „Auswahl und Benutzung von Laserschutzbrillen, Laser-Justierbrillen und Laser-Schutzabschirmungen“.

12.5 Besondere Schutzmaßnahmen

Bei der Auftragsvergabe für die Einrichtung oder Änderung einer Show- und Projektionslaser-Einrichtung sollte schriftlich verlangt werden, dass die Lasereinrichtung den aktuellen Regeln der Technik insbesondere den Normen entspricht. Achtung: Auf die Besonderheiten beim Einsatz der Laser, die nach Ausgabe 2015 der DIN EN 60825-1 klassifiziert wurden ist zu achten. Hierbei können auch bei Klasse 1 die EGW überschritten werden. Ferner sind bestimmte Laser für Projektionszwecke von dieser Norm ausgenommen, sodass sie als inkohärente Quelle nach DIN EN 62471-5 bewertet werden, aber dennoch die EGW für Laserstrahlung überschreiten.

12.5.1 Laserpointer dürfen nicht auf Personen, insbesondere auf deren Augen, gerichtet werden.

Anmerkung:

Bei der Beschaffung und beim Betrieb von Laserpointern sollte darauf geachtet werden, dass diese entsprechend der DIN EN 60825-1 als Laser der Klasse 2 (Maximale Leistung für Dauerstrich (cw): P kleiner 1 mW) gekennzeichnet sind.

Anhang

Anhang 1 Gefährdungsbeurteilung

Gefährdungskatalog für die Branche „Bühnen und Studios“

Technik und betriebliche Prozesse

Arbeitsmittel – Beleuchtung – Showlaser

Vorwort

Dieser Gefährdungskatalog für die Branche „Bühnen und Studios“ basiert auf der Analyse des Unfallgeschehens in Deutschland sowie auf Einschätzungen interner und externer Experten. Berücksichtigt wurden nur diejenigen Gefährdungen oder Belastungen, die

- überwiegend ursächlich für Unfälle mit schweren Verletzungsfolgen waren,
- besonders häufig zu Unfällen führten,
- häufig als Belastungen empfunden wurden.

Im Einzelfall können jedoch andere Gefährdungen, die hier nicht genannt werden, ebenfalls von Bedeutung sein. Daher dient dieser Katalog in erster Linie **als Orientierung beim Einstieg** in das Thema Gefährdungsbeurteilung.

Als Maßnahmen werden diejenigen vorgeschlagen, die typischerweise in der Praxis anzutreffen sind beziehungsweise sich in der Praxis bewährt haben. Auch hier ist im Einzelfall zu prüfen, ob die vorgeschlagenen Maßnahmen überhaupt ausreichend oder sinnvoll und notwendig sind.

Anmerkung: Neben den im Nachfolgenden aufgeführten Inhalten, die größtenteils dem VBG-Basiskatalogen zur Gefährdungsbeurteilung entnommen wurden, finden Sie weitere Informationen zur Gefährdungsbeurteilung bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger. Weitere relevante Bereiche müssen mit Hilfe von eigen- oder fremdgeleiteten Vorlagen berücksichtigt werden.

Arbeitshilfen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung (siehe auch Informationen Ihres Unfallversicherungsträgers)

Broschüre „Gefährdungsbeurteilung – So geht’s“

- Prozess erläuterung
- Formulare zur Dokumentation

Für die Planung, Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung.

Basiskataloge

- Betriebliche Räume und Gebäude
- Büro- und Bildschirmarbeit
- Transport und Verkehr

Für Arbeitsbereiche und Tätigkeiten, die in den meisten Unternehmen anzutreffen sind.

Branchenkataloge

- Branchen-katalog „Bühnen und Studios“
- ..

Für Arbeitsbereiche und Tätigkeiten, die in bestimmten Branchen anzutreffen sind.

Allgemeiner Maßnahmen- und Gefährdungskatalog

Umfassende Sammlung von Gefährdungen und Schutzmaßnahmen für ergänzende und vertiefende Analysen von Arbeitsbereichen und Tätigkeiten.

Die Arbeitshilfen zur Gefährdungsbeurteilung wurden modular angelegt. Darin aufgeführte Gefährdungen und Belastungen müssen vor Ort überprüft werden. Effektiver Weise sollen zutreffende Branchenkataloge bearbeitet werden. Stellen Sie beim Überprüfen vor Ort weitere Gefährdungen oder Belastungen fest, können diese mit dem „Allgemeinen Maßnahmen- und Gefährdungskatalog“ untersucht werden.

Technik und betriebliche Prozesse – Arbeitsmittel – Beleuchtung – Showlaser

Diese Mustergefährdungsbeurteilung muss an die Gegebenheiten am Einsatzort angepasst werden. Dazu können alle aus Word bekannten Bearbeitungen und Formatierungen angewendet werden, beispielsweise Texte und Abbildungen hinzufügen oder nicht benötigte Texte löschen. In den Spalten „Risiko ohne Schutzmaßnahmen“ und „Risiko mit Schutzmaßnahmen“ ist für Wahrscheinlichkeit und Schadensausmaß jeweils ein Zahlenwert von 1 bis 5 auszuwählen und einzutragen. Die Multiplikation der Werte für Wahrscheinlichkeit und Schadensausmaß ergibt das Risiko, das ebenfalls in den Tabellenspalten einzutragen ist. Anschließend sind die nicht zutreffenden Smileys zu entfernen.

Unternehmen:

Mobil / Stationär:

Produktionsort / Abteilung:

Projektname / Gebäude:

Verantwortliche Person / Führungskraft:

Gefährdungsbeurteilung erstellt am:

Erstellt von: Unterschrift:

Verantwortlich für die Durchführung der Maßnahmen (Bei mehreren Personen: siehe Tabelle):

Termin für die Durchführung der Maßnahmen:

Maßnahmen durchgeführt am:

Verantwortlich für die Wirksamkeitskontrolle:

Termin der Wirksamkeitskontrolle:

Maßnahmen wirksam? ☐ ja ☐ nein Unterschrift:

Bemerkungen:

Die in der Tabelle genannten Gefährdungen beruhen auf der langjährigen Erfahrung der Branche Bühnen und Studios. Gegebenenfalls müssen bei einem konkreten Projekt zusätzlich vorhandene Gefährdungen und Schutzmaßnahmen hinzugefügt werden. Auch nicht aufgeführte und beim konkreten Projekt angewandte Schutzmaßnahmen sind zu ergänzen. Die für die Gefährdungsbeurteilung verantwortliche Person bestätigt durch ihre Unterschrift, dass beim Auftreten der in der Tabelle beschriebenen Gefährdungen die gewählten Schutzmaßnahmen angewendet werden.

Technik und betriebliche Prozesse – Arbeitsmittel – Beleuchtung – Showlaser

Nr.	Gefährdung	Risiko ohne Schutzmaßnahmen	Schutzmaßnahmen	Durchführung der Maßnahme	Risiko mit Schutzmaßnahmen
3.2.5.2					
	Durch Organisationsmängel: ungenügende fachliche Eignung für die Arbeitsaufgabe	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:   	Organisation: Mindestkompetenzen für die Errichtung von Showlasern müssen nachweislich vorhanden sein. Bei Lasern der Klasse 3R, 3B und 4 Laserschutzbeauftragte bestellen; Kontrolle, ob die Laserschutzbeauftragte bzw. der Laserschutzbeauftragte die erforderlichen Schutzmaßnahmen und den sicheren Betrieb überwacht.	Verantwortlich Bis: Maßnahme durchgeführt? Ja Nein	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:   
	Durch Organisationsmängel: ungenügende Unterweisungen	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:   	Organisation: Lasershow oder Projektion nur durch geschulte und vom Unternehmer schriftlich beauftragte Person durchführen lassen. Sie muss bei der Show oder Projektion den Strahlengang überwachen und eine Abschaltung des Gerätes bzw. eine Unterbrechung des Strahlengangs bei Störfällen am Gerät, unsicheren Betriebsbedingungen oder Unruhe im Publikum vornehmen. Bei Lasern der Klasse 3R, 3B und 4 ist die beauftragte Person durch die Laserschutzbeauftragte bzw. den Laserschutzbeauftragten zu unterweisen. Müssen sich Personen, z.B. aus szenischen Gründen, im Showlaserbereich aufhalten, so sind geeignete Schutzmaßnahmen, wie Augenschutz, Markierungen, einstudierte Bewegungsabläufe, zu treffen. Diese Personen sind über die Gefährdungen und die Schutzmaßnahmen zu unterweisen.	Verantwortlich Bis: Maßnahme durchgeführt? Ja Nein	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:   
	Durch Organisationsmängel: fehlende oder mangelhafte Arbeitsmittel	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:   	Organisation: Vom Verleiher oder Hersteller schriftlich bestätigen lassen, dass die Lasereinrichtung nach DIN EN 60825-1 und DIN 56912 ausgeführt ist; bei komplizierten Shows ist die Nachfrage nach einem Prüfgutachten zu empfehlen. Prüfungen vor jeder Inbetriebnahme nach einer Montage und fristgerechte wiederkehrende Prüfung der Arbeitsmittel durch zur Prüfung befähigte Personen Not-Aus-Schalter der Lasereinrichtung für beauftragte Person jederzeit funktionsfähig, gut sichtbar und leicht zugänglich gestalten.	Verantwortlich Bis: Maßnahme durchgeführt? Ja Nein	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:   

Wahrscheinlichkeit: 1 - fast ausgeschlossen
Schadensausmaß: 1 - keine erheblichen Verletzungen

1-5 geringes Risiko
→ zusätzliche Schutzmaßnahmen sind nicht zwingend erforderlich

2 - sehr unwahrscheinlich
2 - leichte Verletzungen

3 - unwahrscheinlich
3 - mittelschwere Verletzungen

4 - wahrscheinlich
4 - schwere Verletzungen

5 - sehr wahrscheinlich
5 - katastrophale/tödliche Verletzungen

12-25 hohes Risiko
→ falls keine weitere Minimierung möglich ist, kann der Vorgang nicht durchgeführt werden

Nr.	Gefährdung	Risiko ohne Schutzmaßnahmen	Schutzmaßnahmen	Durchführung der Maßnahme	Risiko mit Schutzmaßnahmen
	Mechanische Gefährdungen: Absturz von Personen	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:	Technik: Zugang zu hochgelegenen elektrischen Betriebsmitteln über sichere Verkehrswegen, Laufstege mit Geländern. Einsatz von Hubarbeitsbühnen (nach vorheriger Unterweisung), Vermeidung von Leitern. Personenbezogen: Einsatz von PSAgA, wenn keine technische Schutzmaßnahme zum Erreichen von hochgelegenen Arbeitsmitteln möglich ist.	Verantwortlich _____ Bis: _____ Maßnahme durchgeführt? Ja _____ Nein _____	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:
	Mechanische Gefährdungen: herabfallende Gegenstände	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:	Technik: Ortsveränderliche Leuchten und Zubehör müssen durch zwei unabhängig voneinander wirkende Einrichtungen gegen Herabfallen gesichert sein, z.B. mit einer zweiten unabhängigen Sicherung durch ein Sicherungsseil oder eine Sicherungskette. Zusatzteile müssen sicher befestigt sein – z.B. mit selbstsichernden Muttern – oder durch geeignete technische Maßnahmen am Herabfallen gehindert werden, wie zum Beispiel mit Sicherungsseilen. Bei ortsfesten Einrichtungen kann auf eine zusätzliche Sicherung verzichtet werden, wenn die Befestigung ausreichend bemessen, nur mit Werkzeug zu lösen und gegen Selbstlockern gesichert ist. Bei fest mit dem Gebäude verbundenen Scheinwerfern muss die Befestigung mindestens die 5-fache Masse des Scheinwerfers tragen können.	Verantwortlich _____ Bis: _____ Maßnahme durchgeführt? Ja _____ Nein _____	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:
	Mechanische Gefährdungen: unkontrolliert bewegte Teile	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:	Technik: Auf die sichere Montage und Befestigung der Showlaseranlage achten. Bei reiner Aufstellung der Showlaseranlage darauf achten, dass sie standsischer aufgestellt und gegen Verstellen oder Verdrehen gesichert ist. Befestigungen so bemessen, dass auch bei Wettereinflüssen keine Gefahr des Herabstürzens besteht. Aufstellungsort gegen unbefugten Zutritt sichern Organisation: Auf- und Abbau nur durch Befugte und unterwiesene Personen durchführen lassen. Aktionsplan für Störungen durch Wetterereignisse aufstellen.	Verantwortlich _____ Bis: _____ Maßnahme durchgeführt? Ja _____ Nein _____	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:

Wahrscheinlichkeit: 1 - fast ausgeschlossen Schadensausmaß: 1 - keine erheblichen Verletzungen 1-5 geringes Risiko → zusätzliche Schutzmaßnahmen sind nicht zwingend erforderlich	2 - sehr unwahrscheinlich 2 - leichte Verletzungen 6-10 mittleres Risiko → falls keine weitere Minimierung möglich ist, kann der Vorgang nur mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden	3 - unwahrscheinlich 3 - mittelschwere Verletzungen 12-25 hohes Risiko → falls keine weitere Minimierung möglich ist, kann der Vorgang nicht durchgeführt werden	4 - wahrscheinlich 4 - schwere Verletzungen 5 - sehr wahrscheinlich 5 - katastrophale/tödliche Verletzungen
--	---	---	--

Gefährdungskatalog Arbeitsmittel – Beleuchtung – Showlaser Seite 5 von 8

Nr.	Gefährdung	Risiko ohne Schutzmaßnahmen	Schutzmaßnahmen	Durchführung der Maßnahme	Risiko mit Schutzmaßnahmen
	Elektrische Gefährdungen: Elektrischer Schlag	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:	Technik: Showlaser und Zubehör nur unter Anwendung besonderer Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsspannung betreiben, wie der Einsatz von Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD ≤ 30 mA) und Einbeziehen in den Potentialausgleich. Sind Showlaseranlagen Umgebungseinflüssen ausgesetzt, z.B. Staub, Nässe, Regen, müssen sie in ihrer Schutzart entsprechend derartigen Beanspruchungen ausgelegt sein. Sofern Showlaseranlagen aufgrund ihrer Bauweise nicht die erforderliche Schutzart haben, dürfen sie nur verwendet werden, wenn sie bei der Benutzung mit einem geeigneten zusätzlichen Schutz versehen werden, z.B. durch eine witterungsge-schützte Aufstellung unter einem Schutzdach oder einer Abdeckung; der Bewe-gungsbereich der Showlaseranlage selbst darf nicht beeinträchtigt werden. Organisation: Showlaseranlagen sind von der Stromversorgung trennen, wenn sie nicht in Betrieb sind, ebenso bei Auf- und Abbau.	Verantwortlich _____ Bis: _____ Maßnahme durchgeführt? Ja _____ Nein _____	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:
	Brand- und Explosionsgefahren: brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:	Technik: Showlaseranlagen der Klassen 3R, 3B oder 4 nur dann einsetzen, wenn sichergestellt ist (z.B. durch Aufweiten des Strahles), dass durch die Energie des direkten oder reflektierten Strahls an einem beliebigen Auftreffpunkt des Raumes auch bei Dauerbelastung keine höhere Temperatur als 90° C erreicht wird. Showlaseranlage in einem Umgebungstemperaturbereich betreiben, der vom Hersteller zugelassen ist.	Verantwortlich _____ Bis: _____ Maßnahme durchgeführt? Ja _____ Nein _____	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:

Wahrscheinlichkeit: 1 - fast ausgeschlossen Schadensausmaß: 1 - keine erheblichen Verletzungen	Wahrscheinlichkeit: 2 - sehr unwahrscheinlich Schadensausmaß: 2 - leichte Verletzungen	Wahrscheinlichkeit: 3 - unwahrscheinlich Schadensausmaß: 3 - mittelschwere Verletzungen	Wahrscheinlichkeit: 4 - wahrscheinlich Schadensausmaß: 4 - schwere Verletzungen	Wahrscheinlichkeit: 5 - sehr wahrscheinlich Schadensausmaß: 5 - katastrophale/tödliche Verletzungen
1-5 geringes Risiko → zusätzliche Schutzmaßnahmen sind nicht zwingend erforderlich	6-10 mittleres Risiko → falls keine weitere Minimierung möglich ist, kann der Vorgang nur mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden	12-25 hohes Risiko → falls keine weitere Minimierung möglich ist, kann der Vorgang nicht durchgeführt werden		

Nr.	Gefährdung	Risiko ohne Schutzmaßnahmen	Schutzmaßnahmen	Durchführung der Maßnahme	Risiko mit Schutzmaßnahmen
	Gefährdungen durch spezielle physikalische Einwirkungen: optische Strahlung	   Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:	Substitution: Für Lasereffekte bevorzugt Lasereinrichtungen der Klasse 1, 1M, 2, bis 2M, ggf. 3A vorsehen. Technik: Strahlengang und dessen Reflektionen so führen, dass diese nicht in Augenhöhe von Beschäftigten und Besuchern gelangen können. EGW-Werte der Lasereinrichtung dürfen in Bereichen, in denen sich Personen aufhalten und in erreichbaren Bereichen, die diesen seitlich unmittelbar benachbart sind, bis zu einer Höhe von 2,70 m nicht überschritten werden. Bei Lasern der Klasse 3R, 3B und 4: – nur Lasereinrichtungen verwenden, wo der Strahlenausstritt jederzeit unterbrochen gefahrlos werden kann, – die konstant auf einen Punkt gerichtet sind und in denen Personen gelangen können, Einrichtungen (z.B. Fotozellen) vorsehen, die bei Unterbrechung des Strahlengangs den Laser selbstständig in kürzester Zeit abschalten, – ohne Möglichkeit der Strahlaufweitung Strahlengang z.B. durch Spiegel so führen, dass sie an allen Punkten des Raumes mit Personen eine Mindesthöhe von 2,70 m aufweisen; falls nicht möglich, Strahlen durch feste Einrichtungen, z.B. Rohren aus durchsichtigem Material so führen, dass Personen nicht in den Strahlengang gelangen können, – Spiegel und auch rotierende Spiegelkugeln sowie weitere Elemente zur Umlenkung der Laserstrahlung sicher und unverrückbar befestigen, – bei Wartungs- und Justierarbeiten, wo der Blick in den Strahlengang nicht ausgeschlossen werden kann eine Unterschreitung der EGW-Werte nicht sichergestellt ist, sind geeignete Laser-Justierbrillen als persönliche Schutzausrüstung bereitzustellen, – Strahlführung, soweit wie möglich, mit mechanischen Einrichtungen (z.B. Strahlfänger, Sicherheitsblenden, Strahlummantelung) sichern; sofern nicht möglich und dadurch entstehende Gefährdungen, ist eine Strahlüberwachung vorzusehen.	Verantwortlich: _____ Bis: _____ Maßnahme durchgeführt? Ja _____ Nein _____	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:   

Wahrscheinlichkeit: 1 - fast ausgeschlossen Schadensausmaß: 1 - keine erheblichen Verletzungen 	2 - sehr unwahrscheinlich 2 - leichte Verletzungen 	3 - unwahrscheinlich 3 - mittelschwere Verletzungen 	4 - wahrscheinlich 4 - schwere Verletzungen 	5 - sehr wahrscheinlich 5 - katastrophale/tödliche Verletzungen
1-5 geringes Risiko → zusätzliche Schutzmaßnahmen sind nicht zwingend erforderlich	6-10 mittleres Risiko → falls keine weitere Minimierung möglich ist, kann der Vorgang nur mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden	12-25 hohes Risiko → falls keine weitere Minimierung möglich ist, kann der Vorgang nicht durchgeführt werden		

Nr.	Gefährdung	Risiko ohne Schutzmaßnahmen	Schutzmaßnahmen	Durchführung der Maßnahme	Risiko mit Schutzmaßnahmen
	Psychische Belastungen		Die psychische Belastung wird im Rahmen einer integrierten Gefährdungsbeurteilung unter Beteiligung der Beschäftigten erhoben. Für nähere Hinweise wenden Sie sich bitte an Ihren Unfallversicherungsträger.	Verantwortlich _____ Bis: _____ Maßnahme durchgeführt? Ja Nein	
		Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:	_____	Verantwortlich _____ Bis: _____ Maßnahme durchgeführt? Ja Nein	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:
		Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:	_____	Verantwortlich _____ Bis: _____ Maßnahme durchgeführt? Ja Nein	Wahrscheinlichkeit: Schadensausmaß: Risiko:

Wahrscheinlichkeit: 1 - fast ausgeschlossen
 Schadensausmaß: 1 - keine erheblichen Verletzungen
 1-5 geringes Risiko
 → zusätzliche Schutzmaßnahmen sind nicht zwingend erforderlich

2 - sehr unwahrscheinlich
 2 - leichte Verletzungen
 6-10 mittleres Risiko
 → falls keine weitere Minimierung möglich ist, kann der Vorgang nur mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden

3 - unwahrscheinlich
 3 - mittelschwere Verletzungen
 12-25 hohes Risiko
 → falls keine weitere Minimierung möglich ist, kann der Vorgang nicht durchgeführt werden

4 - wahrscheinlich
 4 - schwere Verletzungen
 5 - sehr wahrscheinlich
 5 - katastrophale/tödliche Verletzungen

Gefährdungskatalog Arbeitsmittel – Beleuchtung – Showlaser Seite 8 von 8

Anhang 2

Unterweisung

Unterweisungsnachweis

Name der/des Unterweisenden:

Anlass der Unterweisung: *Einsatz von Showlasern*

Abteilung/Team:

Ort der Unterweisung:

Datum, Uhrzeit:

Inhalt der Unterweisung

Grundlegende Informationen/Besonderheiten der Produktionsstätte:

- Notfallvorsorge
- Betriebsvorschriften
- Weitere (Infrastruktur, Umfeld, Toiletten)

Veranstaltungsspezifische Informationen:

- Veranstaltungsorganisation
- Szenische Abläufe

Arbeitsmittelspezifische Hinweise für Lasereinrichtungen:

Gefahren beim Einsatz von Lasereinrichtungen:

- Herabfallen der Lasereinrichtung oder einzelner Teile der Einrichtung
- Überschreitung der Expositionsgrenzwerte der Laserstrahlung
- unkontrollierte Bewegung der Laserstrahlung
- gefährliche Körperströme durch eingesetzte elektrische Betriebsmittel
- Entzündung von Brandlasten im Showlaserbereich

Sicherheitsvorkehrungen/Schutzmaßnahmen:

- Showlaserbereiche festlegen → Zutrittsverbot
- Sichern der verwendeten Lasereinrichtung vor unbeabsichtigtem Bewegen
- Einsatz von eingewiesenem und qualifiziertem Personal
- festlegen von Kommunikationsregeln zwischen dem Team und dem anwesenden Produktionspersonal
- Abschränkung der Laserbereiche

Weitere Unterweisungsinhalte:

Unterwiesene/r (Name, Vorname)	Unterschrift
Unterweisende/r:	

Anhang 3

Beispiele für die Kennzeichnung der Laserklassen

Lasereinrichtungen der Klassen 2 bis 4 müssen nach Abschnitt 5 der Norm DIN EN 60825-1 auf einem Hinweisschild durch Angaben über die maximalen Ausgangswerte der Laserstrahlung, der Impulsdauer (falls zutreffend) und der ausgesandten Wellenlänge(n) beschrieben werden. Diese Angaben können auf einem Hinweisschild zusammen mit der Angabe der Klasse oder auf einem separaten Hinweisschild aufgenommen werden. Die Bezeichnung und das Datum der Veröffentlichung der Norm, nach der das Produkt klassifiziert wurde, müssen auf dem Hinweisschild oder in der Nähe am Produkt angebracht werden. In den folgenden Beispielen wird die allgemeine Form DIN EN 60825-1:2008-05 verwendet. Beispiele zur Kennzeichnung nach DIN EN 60825-1: 2015 sind in der „Handlungshilfe für die Gefährdungsbeurteilung“ der Behörde für Gesundheitsschutz und Verbraucherschutz, Amt für Arbeitsschutz des Landes Hamburg enthalten.

Lasereinrichtungen der Klassen 2 bis 4 sind zusätzlich mit einem dreieckigen Warnschild mit Gefahrensymbol zu kennzeichnen.

Form, Farbe und Gestaltung des Warn- und Hinweisschildes – siehe Bilder 1 und 2 der DIN EN 60825-1:2008-05.

Die Symbole bei den technischen Zusatzangaben sind wie folgt definiert:

E	Bestrahlungsstärke (Einheit: $W \cdot m^{-2}$)
F	Impulswiederholfrequenz (Einheit: Hz)
P_0	Gesamt-Strahlungsleistung, ausgestrahlt von einem Dauerstrichlaser oder mittlere Strahlungsleistung eines wiederholt gepulsten Lasers (Einheit: W)
P_p	Strahlungsleistung, ausgestrahlt innerhalb eines Impulses eines gepulsten Lasers (Einheit: W)
t	Dauer eines Einzelimpulses (Einheit: s)
λ	Wellenlänge der Laserstrahlung (Einheit: nm)

A3.1 Kennzeichnung eines Lasers der Klasse 1



A3.2 Kennzeichnung eines Lasers der Klasse 1M

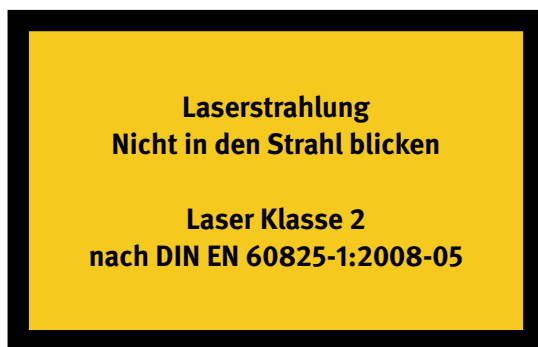
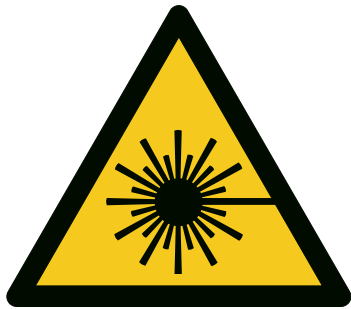


Hinweis:

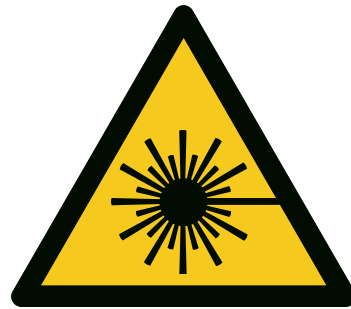
Der Hersteller kann bei Lasern der Klasse 1 und 1M auf die Kennzeichnung auf den Lasereinrichtungen verzichten und diese Aussagen nur in die Benutzerinformation aufnehmen. Die Laser sind dann nicht gekennzeichnet.

A3.3 Kennzeichnung eines Lasers der Klasse 2

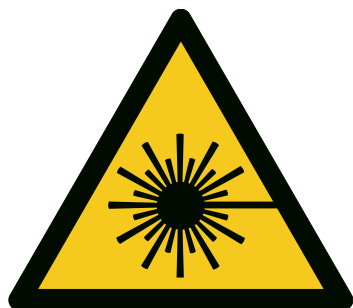
a.



b.



A3.4 Kennzeichnung eines Lasers der Klasse 2M



Laserstrahlung
Nicht in den Strahl blicken
oder direkt mit optischen
Instrumenten betrachten

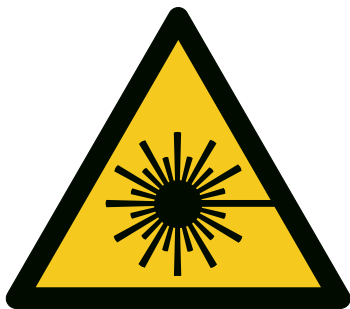
Laser Klasse 2M
nach DIN EN 60825-1:2008-05

$\lambda = 650 \text{ nm}$

$E \leq 25 \text{ W/m}^2$

A3.5 Kennzeichnung eines Lasers der Klasse 3R

Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm



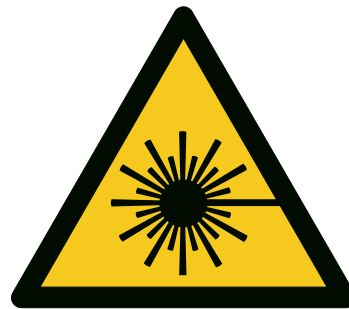
**Laserstrahlung
Direkte Bestrahlung
der Augen vermeiden**

**Laser Klasse 3R
nach DIN EN 60825-1:2008-05**

$P_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$
 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nm}$

A3.6 Kennzeichnung eines Lasers der Klasse 3B

Sichtbare Strahlung (z. B. Dauerstrichlaser)



**Laserstrahlung
Nicht dem Strahl aussetzen**

**Laser Klasse 3B
nach DIN EN 60825-1:2008-05**

$P_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$
 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nm}$

A3.7 Kennzeichnung eines Lasers der Klasse 4

Sichtbare Strahlung (z. B. Dauerstrichlaser)



Laserstrahlung
Bestrahlung von Auge oder
Haut durch direkte oder
Streustrahlung vermeiden

Laser Klasse 4
nach DIN EN 60825-1:2008-05

$P_0 = 20 \text{ W}$
 $\lambda = 457 \text{ nm} - 514 \text{ nm}$

Anhang 4

Zeitkriterien zur Einhaltung der Expositionsgrenzwerte

Bei der Gefährdungsbeurteilung von Show- und Projektions-Lasern sollten die folgenden Punkte berücksichtigt werden:

1. Über die gesamte Showdauer (z. B. 15 min) muss der EGW eingehalten werden. Hierbei darf berücksichtigt werden, dass der Strahl nur kurzzeitig (Bruchteile von Sekunden) während dieser Zeit auf das Auge von Personen treffen kann.

Bei der Berechnung nach der TOTP-Methode (total on-time pulse) kann die Einhaltung der EGW abgeschätzt werden. Hierbei wird die Anzahl der möglichen Treffer auf die Augen abgeschätzt, deren Dauer berechnet (meist aus Durchmesser und Bewegungsgeschwindigkeit im geringsten Abstand) und damit deren Energie bestimmt. Danach wird diese mit dem EGW für die entsprechende Zeit verglichen.

2. Die Grenzwerte für jeden einzelnen Impuls, jedes Ereignis müssen eingehalten werden. Als kürzeste Zeit sollte hierbei 4 s (aktive Schutzreaktion: bewusstes Schließen der Augen und Abwendung des Kopfes – zur sicheren Abschätzung werden 4 s gewählt) angewendet werden.

Beispiel:

Während einer typischen Laser-Showdauer von ca. 15 Minuten könnte ein stehender Strahl mit 0,5 mW für 4 s auf eine Person strahlen, ohne dass der EGW für 4 s überschritten wird.

Anmerkung:

Aktive Schutzreaktionen (bewusstes Schließen der Augen und Abwenden des Kopfes) beim direkten Blick in den „Laserstrahl“ bzw. die Laserstrahlung können bei unterwiesenen Personen nach Zeiten nicht kleiner als 2 s, bei nicht unterwiesenen Personen nach 3 s angenommen werden. Die früher verwendete Lidschlussreflex- bzw. Abwendungsreaktionszeit von 0,25 s darf bei der Gefährdungsbeurteilung nicht zugrunde gelegt werden.

Beim Betrieb einer Projektionslaser-Einrichtung, in die längere Zeit aus z. B. arbeitstechnischen Gründen bewusst geblickt werden muss, sollte für ein „ergonomisches“ Arbeiten die Dauerbelastung für alle Wellenlängenbereiche unterhalb von $P = 40 \mu\text{W}$ ($C_6 = 1$; entspricht gemäß TROS Laserstrahlung C_c) liegen. Bereits bei wenigen Mikrowatt bei Lasern der Klasse 1 im sichtbaren Spektralbereich kann es zu Blendungen oder z. B. Beeinträchtigung des Farbsehens kommen.

Bei langer Betrachtung (über Stunden) kann auch dieser Wert zu hoch sein. Dann muss eine gesonderte Beurteilung erfolgen.

Anhang 5

Handlungsanleitung für die Gefährdungsbeurteilung von Show- und Projektionslasern

Mit der folgenden Checkliste kann überprüft und dokumentiert werden, ob die wichtigsten Anforderungen an den Einsatz von Show- oder Projektionslasern beachtet wurden:

Nr.:	Checkpunkt	ja	nein	nicht anwendbar	Maßnahmen/Bemerkung
1.	Allgemeine Anforderungen				
1.1	Sind beim Umgang mit Show- oder Projektionslasern Anweisungen erteilt, wie die zugängliche Bestrahlung möglichst niedrig gehalten werden kann?				
1.2	Ist der Laser fest, unverrückbar eingebaut?				
1.3	Ist der Laser so eingebaut, dass er nur befugten Personen zugänglich ist? Falls der „Laserstrahl“ bzw. die Laserstrahlung auch in den Zuschauerraum gelenkt wird, ist geprüft worden, ob die EGW auch unter allen vorhersehbaren Umständen eingehalten sind?				
1.4	Hat die verantwortliche Führungskraft (ggf. in Zusammenarbeit mit dem für die Einrichtung verantwortlichen LSB) die erforderlichen Schutzmaßnahmen schriftlich festgelegt?				
1.5	Ist eine Laserschutzbeauftragte bzw. ein Laserschutzbeauftragter gemäß OStrV (bei Laser-Einrichtungen der Klasse 3R, 3B oder 4 gemäß DIN EN 60825-1:2008-05) bestellt worden?				

Nr.:	Checkpunkt	ja	nein	nicht anwendbar	Maßnahmen/Bemerkung
2.	Laser der Klassen 1, 1M, 2 oder 2M				
2.1	Können die Laser-Effekte mit Lasern der Klasse 1, 1M, 2, 2M durchgeführt werden?				
2.2	Werden der Strahlengang der Laser und die Reflexionen der Strahlen so gestaltet, dass diese nicht in die Augen der Beschäftigten und Besucher gelangen können?				

Nr.:	Checkpunkt	ja	nein	nicht anwendbar	Maßnahmen/Bemerkung
3.	Laser Klasse 3R, 3B und 4				
3.1	Besitzt der Laser eine Einrichtung, mit der der Strahlaustritt jederzeit unterbrochen werden kann?				
3.2	Ist beim Einsatz von Laser der Klasse 3R, 3B oder 4 eine Laserschutzbeauftragte bzw. ein Laserschutzbeauftragter schriftlich bestellt mit erfolgreichem Nachweis einer Ausbildung?				
3.3	Ist eine Strahlaufweitung nicht möglich: Sind die Strahlen durch Spiegel reflektiert so geführt, dass sie an allen Punkten des Raumes mindestens 2,5 m (besser 2,7 m) über den Ebenen verlaufen, auf denen sich Personen aufhalten?				

Nr.:	Checkpunkt	ja	nein	nicht anwendbar	Maßnahmen/Bemerkung
3.4	Ist Punkt 3.3 nicht möglich: Ist der „Laserstrahl“ bzw. die Laserstrahlung durch feste Einrichtungen, z. B. Rohre so geführt, dass Personen nicht in den Strahlbereich gelangen können?				
3.5	Sind Spiegel, auch eine rotierende Spiegelkugel, fest und unverrückbar angebracht, um eine sichere Strahlführung zu garantieren?				

Nr.:	Checkpunkt	ja	nein	nicht anwendbar	Maßnahmen/Bemerkung
4.	Angemietete Laser-Einrichtungen				
4.1	Hat der Verleiher oder Hersteller schriftlich bestätigt, dass die Lasereinrichtung nach DIN EN 60825-1:(entsprechendes Datum) und DIN 56 912 ausgeführt ist? Ist klar, in welchen Bereichen die EGW überschritten werden (Augensicherheitsabstand, NOHD)? Empfehlung: Bei komplizierten Shows ist die Nachfrage nach der Berechnung und Überprüfung der Laserbereiche durch eine Prüf- und Zertifizierungsstelle oder einen Sachverständigen empfehlenswert.				
4.2	Hat der Verleiher eine Laserschutzbeauftragte bzw. einen Laserschutzbeauftragten bestellt und ist die Verantwortlichkeit klar geregelt?				
4.3	Hat die Laserschutzbeauftragte bzw. der Laserschutzbeauftragte die erforderlichen Schutzmaßnahmen veranlasst?				
4.4	Überwacht die Laserschutzbeauftragte bzw. der Laserschutzbeauftragte den sicheren Betrieb? Ständige Überwachung – Vertretungsregelung Anmerkung: Hier ist eine Überwachung gemeint, die in der Regel einmal täglich usw. erfolgen würde. Bei Showlaser und Eventveranstaltungen muss dagegen oft gemäß Gefährdungsbeurteilung eine ständige direkte Überwachung gewährleistet werden. Dies muss jedoch nicht zwangsläufig der LSB sein, sondern kann auch zumindest für Pausenzeiten eine andere Person, die ausreichend eingewiesen und unterwiesen ist sein.				

Anhang 6

Literaturverzeichnis

Nachstehend sind die Bezugsquellen der in dieser BG-DGUV Information aufgeführten Vorschriften und Regeln zusammengestellt:

1. Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle:

Buchhandel und Internet, z.B. www.gesetze-im-internet.de sowie www.baua.de

- Auflistung s. Kapitel 2

2. DGUV Regelwerk für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle:

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

Vorschriften

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
- DGUV Vorschrift 11 und 12 „Laserstrahlung“
(Anmerkung: Bei Drucklegung noch bei einigen Unfallversicherungsträgern gültig.)

Informationen

- DGUV Information 203-042 „Auswahl und Benutzung von Laser-Schutzbrillen, Laser-Justierbrillen und Laser-Schutzabschirmungen“
- DGUV Information 215-312 „Sicherheit bei Veranstaltungen und Produktionen – Pyrotechnik, Nebel und andere szenische Effekte“

Grundsätze

- DGUV Grundsatz 303-005 „Ausbildung und Fortbildung von Laserschutzbeauftragten sowie Fortbildung von fachkundigen Personen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach OStrV bei Laseranwendungen“

3. Normen/VDE-Bestimmungen

Bezugsquelle:

Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, www.beuth.de

- Auflistung s. Kapitel 2

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de