



Achtung, Laserstrahl!

Informationen für den sicheren Umgang mit Lasereinrichtungen

Der unsachgemässe Umgang mit Lasern kann insbesondere am Auge und an der Haut bleibende Gesundheitsschäden verursachen.

Diese Broschüre informiert Sie über die Gefahren und die notwendigen Schutzmassnahmen beim Betrieb von Lasereinrichtungen.

Sie richtet sich vorab an Sicherheitsbeauftragte und Vorgesetzte in Betrieben mit Lasereinrichtungen. Angesprochen sind aber auch Arbeitnehmer, die Laser verwenden, sowie Inverkehrbringer von Lasereinrichtungen.

Die Broschüre hilft Ihnen, mit Lasern sicher und gesetzeskonform umzugehen.

Inhalt

1	Allgegenwärtig aber nicht harmlos	5	Anhang A Laserschutzbrillen	22
2	Wieso ist Laserstrahlung gefährlich?	6	Anhang B Vorsorgliche Augenuntersuchungen	23
2.1	Was ist ein Laser?	6		
2.2	Gefahren für die Gesundheit	6		
2.3	Der Unterschied zwischen Laserlicht und «normalen» Lichtquellen	7	Anhang C Checkliste für periodische Sicherheitsaudits	24
3	Sicherheitsmassnahmen nach Laserklassen	8	Anhang D Lasershows und Laserpointer	25
3.1	Laserklasse 1	8	D.1 Laser im Freien/Lasershows	25
3.2	Laserklasse 1M	9	D.2 Laser im privaten Gebrauch/Laserpointer	25
3.3	Laserklasse 1C	9		
3.4	Laserklasse 2	10	Anhang E Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) und Grenzwerte zugänglicher Strahlung (GZS)	26
3.5	Laserklasse 2M	10	E.1 Maximal zulässige Bestrahlung	26
3.6	Laserklasse 3R	11	E.2 Grenzwerte zugänglicher Strahlung	26
3.7	Laserklasse 3B und 4	11		
4	Besondere Anforderungen an Laser der Klasse 3B und 4	12	Anhang F Laser in der Medizin und Kosmetik	27
4.1	Der Laserschutzbeauftragte	12		
4.2	Lasereinrichtungen in Produktionsräumen	13	Anhang G Sicherheitsanforderungen an Lichtwellenleiter-Kommunikationssysteme	28
4.3	Das Laserlabor	14	G.1 Sicherheitskonzept	28
5	Weitere Gefahren von Lasern	16	G.2 Pflichten für alle beteiligten Betriebe	31
6	Pflichten für den Inverkehrbringer	17		
6.1	Klassifizierungspflicht	17		
6.2	Kennzeichnung	17		
6.3	Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung	18		
6.4	Betriebsanleitung	18		
6.5	Technische Sicherheitsanforderungen an Lasereinrichtungen	19		
7	Weitere Informationen	20		
7.1	Gesetze und Verordnungen	20		
7.2	Richtlinien und weitere Publikationen EKAS, Suva, BAG, ESTI, Swissmedic	20		
7.3	Normen	21		
7.4	Auskunftsstellen	21		

1 Allgegenwärtig aber nicht harmlos

Laser sind aus der heutigen Welt nicht mehr wegzu-denken. Sie werden in Gewerbe und Industrie als viel-seitige Werkzeuge eingesetzt. Sei dies zum Schnei-den, Beschriften, Schweißen, zur Distanzmessung, in der Telekommunikation oder für verschiedene andere Anwendungen. Auch in der Medizin oder Kosmetik fin-den Laser vielerorts Verwendung, etwa in der Chirur-gie, bei Augeneingriffen, für Hautbehandlungen oder Haarentfernungen. In der Forschung gehören Laser längst zum Standardinventar. Und welche Privatperson hatte noch nie einen Laserpointer in der Hand oder besitzt keinen CD-, DVD- oder Blu-ray-Player?

Laser sind also allgegenwärtig. Dennoch sind Laser keine harmlosen Spielzeuge. Schon kleine Unacht-samkeiten im Umgang können grosse Auswirkungen auf Ihre Gesundheit oder die von anderen haben.

Setzen Sie deshalb die in dieser Broschüre beschrie-benen Schutzmassnahmen konsequent um, und ge-währleisten Sie so einen sicheren Umgang mit Lasern, überall und jeden Tag.

Diese Broschüre erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Im Zweifelsfall gilt die Norm SN EN 60825-1:2014 «Sicherheit von Laseranlagen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen». Einzelheiten zu Lichtwellenleiter-Kommunikations-systemen können Sie der Norm SN EN 60825-2:2004 «Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikations-systemen (LWLKS)» entnehmen oder ergänzend dem Anhang G dieser Publikation.

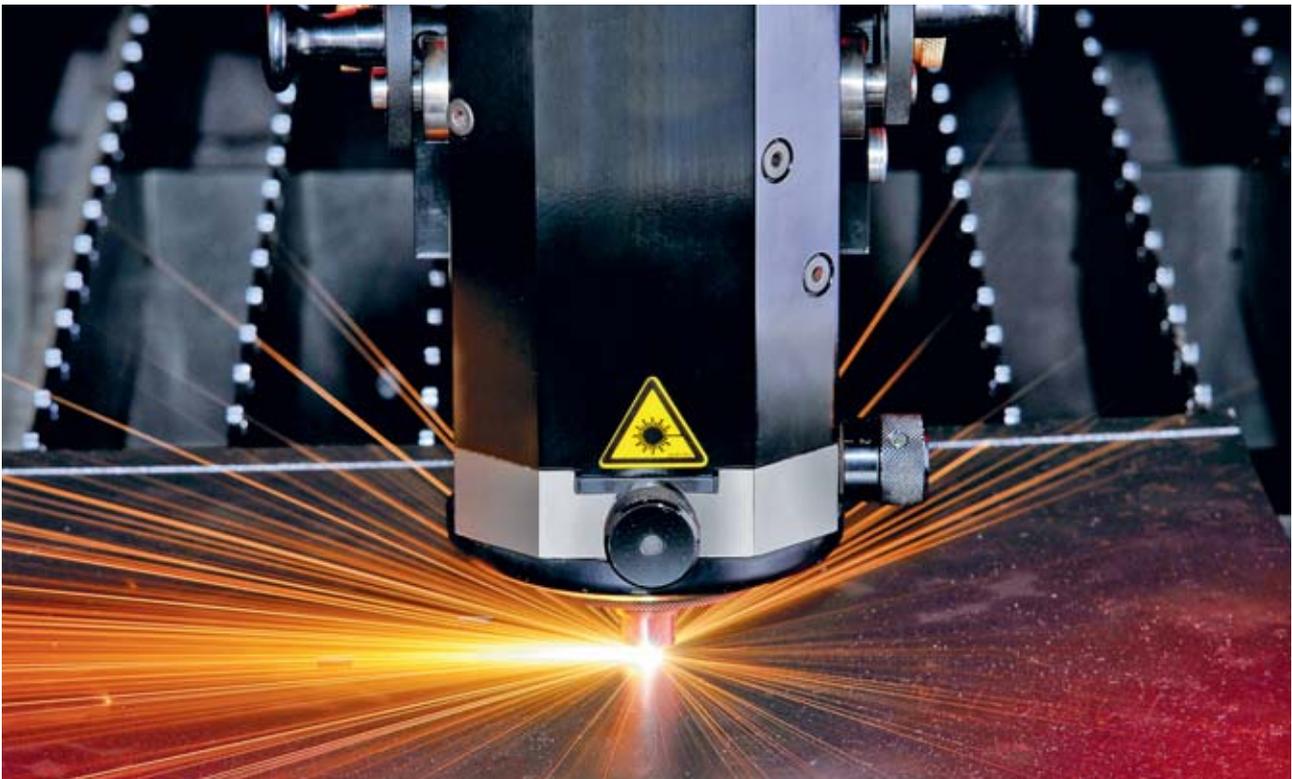


Bild 1: Laser sind keine harmlosen Spielzeuge. Schon kleine Unachtsamkeiten im Umgang mit ihnen, können die Gesundheit gefährden.

2 Wieso ist Laserstrahlung gefährlich?

2.1 Was ist ein Laser?

Das Wort Laser stammt aus dem Englischen und ist eine Abkürzung für «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation», also Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung. Bild 2 veranschaulicht die Funktionsweise eines Lasers. Dabei wird ein Lasermedium von einer äusseren Energiequelle ange-regt (gepumpt). Je nach Material des Lasermediums beginnt dieses durch die Anregung charakteristische Strahlung auszusenden (z. B. grün bei Argon-Ionen, rot bei einem Helium-Neon-Gasgemisch oder infrarot bei einem Titan/Saphir-Kristall). Diese Strahlung wird von Spiegeln (Resonator) aufgefangen, verstärkt und schliesslich durch einen teildurchlässigen Spiegel nach aussen geleitet.

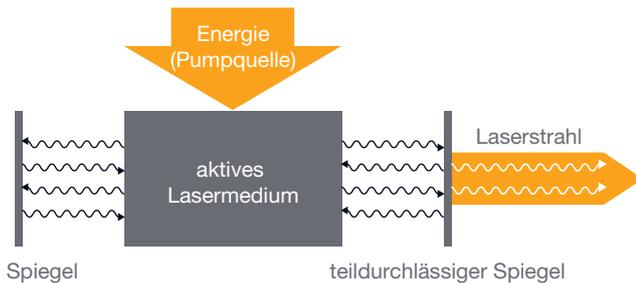


Bild 2: Funktionsweise eines Lasers

2.2 Gefahren für die Gesundheit

Bestrahlungen durch einen Laser mit nur wenigen Milliwatt Leistung können das menschliche Auge schädigen oder sogar zum Verlust des Augenlichts führen. Dies gilt nicht nur für sichtbare Strahlung (Wellenlänge 400 nm bis 700 nm) sondern auch für unsichtbare (alle anderen Wellenlängen). Diese Strahlung ist zwar vom Auge nicht zu erkennen, tritt aber trotzdem (unbemerkt) ins Auge ein und kann auf die Netzhaut fokussiert werden. Da selbst schwache Reflexionen von einigen Milliwatt Strahlungsleistung zu bleibenden Netzhautschäden führen können, ist hier besondere Vorsicht geboten.

Laserstrahlung kann neben den Augen auch das Hautgewebe verletzen. Im roten und infraroten Bereich des Spektrums führen vor allem thermische Vorgänge zu Schädigungen. Dabei wird die auftreffende Laserleistung vom Gewebe absorbiert und bewirkt eine Erwärmung oder Verbrennung. Bei Infrarotlasern kann aber auch das Gewebe unter der Haut beschädigt werden, ohne dass dies auf der Hautoberfläche erkennbar ist. Im kurzwelligen Bereich (blau und UV) kommen photochemische Schädigungen dazu, die durch die Absorption von Licht durch die Moleküle verursacht werden. Ein typischer photochemischer Prozess ist zum Beispiel der Sonnenbrand.

Sollte das Auge oder die Haut unerwartet von einem Laserstrahl getroffen werden oder treten nach unbeabsichtigten Bestrahlungen Irritationen, Reizungen, Rötungen oder Verbrennungen auf, ist sofort ein Arzt aufzusuchen.

2.3 Der Unterschied zwischen Laserlicht und «normalen» Lichtquellen

Die meisten Lichtquellen (z. B. eine Glühlampe, Energiesparlampe oder LED) erzeugen grundsätzlich weisses Licht und geben dieses in alle Richtungen ab. Dabei nimmt die Intensität der Strahlung mit zunehmendem Abstand zur Lichtquelle schnell ab. Laserlicht hingegen ist gerichtet und verläuft grösstenteils parallel. Dies führt dazu, dass der Laserstrahl selbst auf grosse Distanzen nur wenig aufgeweitet oder abgeschwächt wird.

Trifft nun das parallel einfallende Laserlicht auf das Auge, so konzentriert sich die gesamte im Laser erzeugte Strahlungsleistung auf eine kleine Auftreffstelle und wird dort von der Augenlinse noch zusätzlich auf die Netzhaut fokussiert (Bild 3). Weil so im Auge die gesamte Leistung des Lasers auf eine winzige Stelle der Netzhaut abgebildet wird, führt dies lokal zu einer sehr hohen Leistungsdichte.

Von der Strahlungsenergie einer normalen Lichtquelle hingegen gelangt nur ein Bruchteil ins Auge, weil das Licht im Raum gleichmässig abgegeben wird. Zudem wird die Lichtquelle flächig auf der Netzhaut abgebildet und nicht wie beim Laser auf einen Punkt fokussiert (Bild 3).

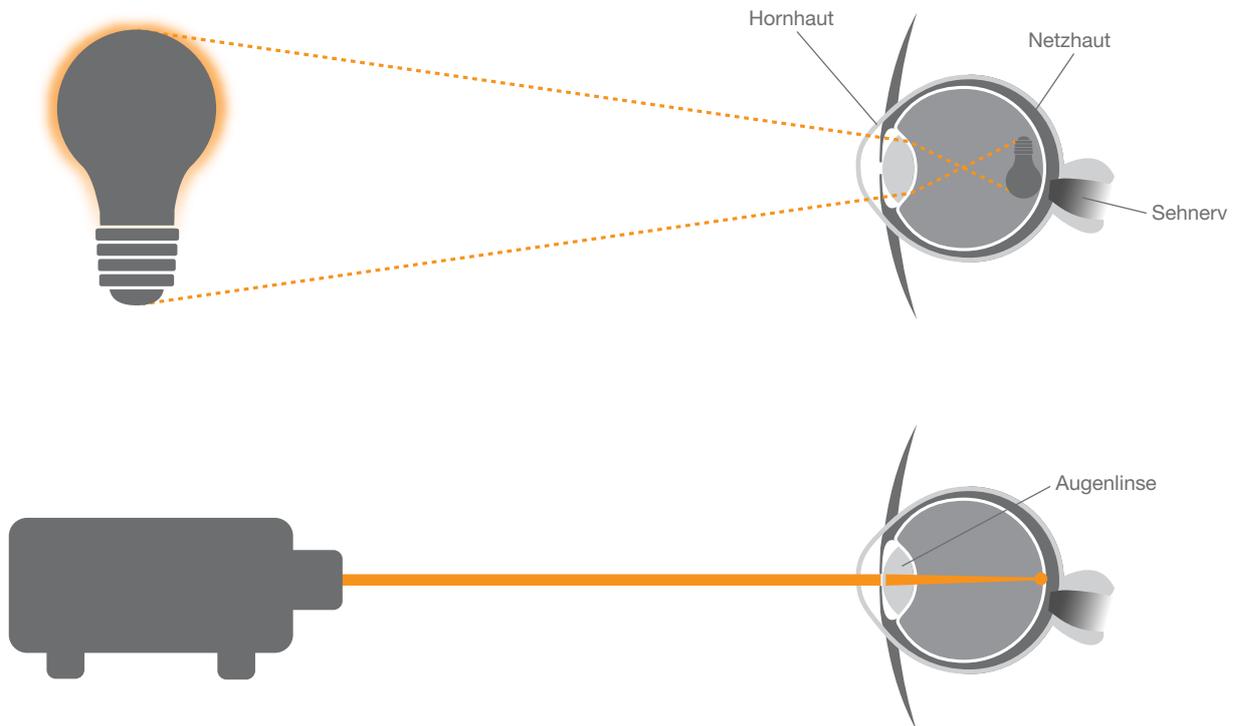


Bild 3: Als Beispiel vergleichen wir den direkten Blick in eine herkömmliche Lichtquelle mit 15 W Leistung und in einen roten Laser mit einer Leistung von 1 mW aus einem Meter Abstand. Das Betrachten der herkömmlichen Lichtquelle ist vielleicht unangenehm, führt aber sicher nicht zum unmittelbaren Sehverlust. Trifft jedoch ein Laserstrahl mit «nur» 1 mW Leistung direkt ins Auge, kann dies bereits zu Schädigungen führen. Die Erklärung dafür ist, dass der Laser grob geschätzt eine 35 000-mal grössere Leistungsdichte auf der Netzhaut erzeugt als die herkömmliche Lichtquelle. Denn vom Laser wird die gesamte Leistung auf die Netzhaut abgebildet.

3 Sicherheitsmassnahmen nach Laserklassen

Von Lasern kann ein grosses Gefahrenpotenzial ausgehen. Doch welcher Laser ist wie gefährlich? Eine Antwort auf diese Frage liefern die verschiedenen Laserklassen. Jeder Laser in der Schweiz muss in eine bestimmte Laserklasse gemäss Lasernorm¹ eingeteilt werden. Die Laserklasse beschreibt das Gefährdungspotenzial eines Lasers, woraus sich wiederum die notwendigen Schutzmassnahmen ableiten lassen.

Jeder Betreiber von Lasereinrichtungen bzw. jeder Arbeitgeber ist verpflichtet, alle erforderlichen Massnahmen für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz zu treffen, diese zu dokumentieren und deren Einhaltung periodisch zu kontrollieren. Die Schutzziele leiten sich aus der Lasernorm ab. Die rechtlichen Grundlagen bilden das Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG)², die Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV)³ sowie die EKAS-Richtlinie 6508 und die Suva-Publikation «Grenzwerte am Arbeitsplatz»⁴.

Dieses Kapitel beschreibt die verschiedenen Laserklassen und die für sie abgeleiteten Massnahmen. Besonderes Augenmerk gilt den Laserklassen 3B und 4 (siehe auch Kapitel 4). Diese erfordern aufgrund der erhöhten Gefährdung zusätzliche Massnahmen.

3.1 Laserklasse 1

Von Lasern der Klasse 1 geht unter vernünftigerweise vorhersehbaren Betriebsbedingungen keine Gefahr aus; auch unter Verwendung von optischen Hilfsmitteln wie Ferngläsern oder Mikroskopen. Ist die Strahlung zugänglich, dann ist sie so schwach, dass eine Schädigung ausgeschlossen werden kann. Der direkte Blick in den Strahl von Lasern der Klasse 1 (im sichtbaren Bereich) kann jedoch das Sehvermögen irritieren. Die Laserklasse 1 beinhaltet ebenfalls Hochleistungslaser, die ganz von Abschirmungen umschlossen sind, so dass keine gefährliche Strahlung nach aussen tritt.

Sicherheitsmassnahmen: Der Umgang mit Lasern der Klasse 1 muss im Normalbetrieb ohne Instruktion sicher sein.

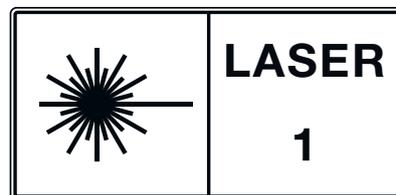


Bild 4: Kennzeichnung für Laser der Klasse 1. Alternativ kann auch die Kennzeichnung, wie in Kapitel 6.2, verwendet werden.

¹ SN EN 60825-1:2014

² siehe zum Beispiel Art. 82 UVG

³ siehe zum Beispiel Art. 3, 8 und 45 VUV

⁴ Bestell-Nr. 1905.d

3.2 Laserklasse 1M

Der Strahl eines Lasers der Klasse 1M hat einen grösseren Durchmesser als die Augenpupille, so dass nur ein Teil der Strahlung die Netzhaut erreichen kann. Laser der Klasse 1M sind für das blosse Auge ungefährlich, auch bei Langzeiteinwirkung. Schädigungen des Auges sind aber möglich, falls der Strahl durch zusätzliche optische Instrumente wie Ferngläser oder Mikroskope (Brillen werden nicht dazu gezählt) fokussiert wird. Denn so kann ein grösserer Anteil der Strahlung durch die Pupille gelangen. Die Wellenlänge ist in dieser Klasse auf den Bereich von 302,5 nm bis 4000 nm beschränkt.

Sicherheitsmassnahmen: Bestrahlung von anderen Personen vermeiden. Personen, die optische Instrumente (Fernrohre, Mikroskope) benutzen könnten, speziell warnen.

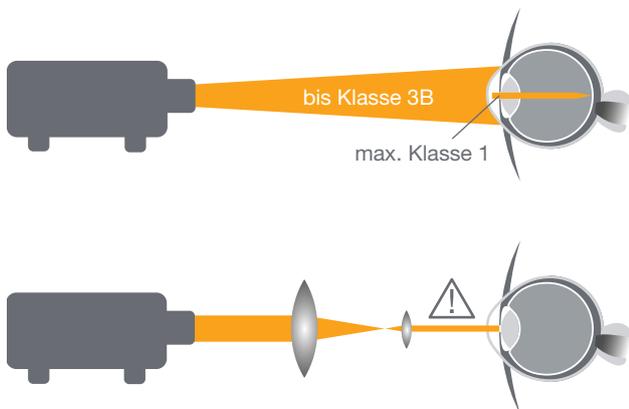


Bild 5: Ein divergenter Strahl der Laserklasse 1M ist für das Auge unbedenklich. Die Fokussierung eines Laserstrahls der Laserklasse 1M durch ein optisches Hilfsmittel führt aber zu einer Gefährdung der Augen.



Bild 6: Kennzeichnung für Laser der Klasse 1M. Alternativ kann auch die Kennzeichnung, wie in Kapitel 6.2, verwendet werden.

3.3 Laserklasse 1C

Laser der Klasse 1C werden für die direkte Behandlung von Haut oder Gewebe bei medizinischen, therapeutischen oder kosmetischen Behandlungen verwendet. Die emittierte Laserstrahlung kann dabei der Klasse 3R, 3B oder 4 entsprechen. Sie muss auf die zu behandelnde Körperstelle geführt werden und durch mindestens eine Sicherheitseinrichtung des Geräts überwacht werden, so dass die zugängliche Strahlung die Anforderung für die Klasse 1 einhält.

Die maximal zulässige Bestrahlung der Haut und die zusätzlich notwendigen Sicherheitseinrichtungen hängen von der jeweiligen Anwendung ab und sind in entsprechenden weiteren Normen festgelegt⁵.

Sicherheitsmassnahmen: Sicherheitseinrichtungen periodisch überprüfen und Sicherheitshinweise des Herstellers beachten.



Bild 7: Kennzeichnung für Laser der Klasse 1C. Alternativ kann auch die Kennzeichnung wie in Kapitel 6.2 verwendet werden.

⁵ siehe z. B. SN EN 61508, SN EN 60601 und SN EN 60335

3.4 Laserklasse 2

Laser der Klasse 2 emittieren nur Strahlung im sichtbaren Bereich des Spektrums (400 nm bis 700 nm). Bei einer kurzzeitigen Exposition von weniger als 0,25 s sind keine Schädigungen des Auges zu erwarten. Im Dauerstrichbetrieb (cw, continuous wave) haben Laser der Klasse 2 höchstens 1 mW Leistung. Trotzdem können Bestrahlungen mit Lasern der Klasse 2 Nachbilder oder Blendungseffekte hervorrufen. Dies kann zu temporären Sehstörungen führen, was zum Beispiel bei sicherheitskritischen Arbeiten an Maschinen, beim Arbeiten in der Höhe, beim Führen eines Fahrzeugs oder für Piloten schwerwiegende Folgen haben kann.

Sicherheitsmassnahmen: Nicht in den Strahl blicken. Bestrahlung von anderen Personen vermeiden. Sollte man trotzdem von einem Strahl getroffen werden, die Augen bewusst schliessen und sich sofort abwenden.



Bild 8: Laser der Klasse 2 können für das Auge gefährlich sein.

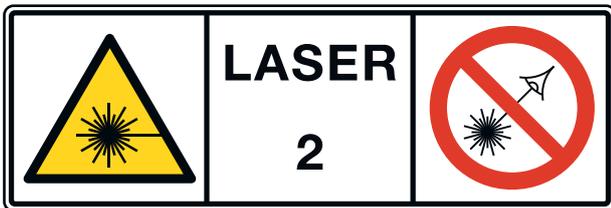


Bild 9: Kennzeichnung der Laser Klasse 2. Alternativ kann auch die Kennzeichnung wie in Kapitel 6.2 verwendet werden.

3.5 Laserklasse 2M

Der Strahl eines Lasers der Klasse 2M hat einen grösseren Durchmesser als die Augenpupille, so dass nur ein Teil der Strahlung die Netzhaut erreichen kann. Laser der Klasse 2M emittieren nur Strahlung im sichtbaren Bereich des Spektrums (400 nm bis 700 nm). Kurzzeitige Expositionen ($< 0,25$ s) sind ohne Verwendung von optischen Instrumenten wie Ferngläsern oder Mikroskopen (Brillen werden nicht dazu gezählt) sicher.

Wie auch bei Klasse 2 können Bestrahlungen Nachbilder oder Blendungseffekte hervorrufen. Dies kann zu temporären Sehstörungen führen, was zum Beispiel bei sicherheitskritischen Arbeiten an Maschinen, beim Arbeiten in der Höhe, beim Führen eines Fahrzeugs oder für Piloten schwerwiegende Folgen haben kann.

Sicherheitsmassnahmen: Nicht in den Strahl blicken. Bestrahlung von anderen Personen vermeiden. Sollte man trotzdem von einem Strahl getroffen werden, die Augen bewusst schliessen und sich sofort abwenden. Personen, die optische Instrumente (Fernrohre, Mikroskope) benutzen könnten, speziell warnen.



Bild 10: Kennzeichnung für Laser der Klasse 2M. Alternativ kann auch die Kennzeichnung wie in Kapitel 6.2 verwendet werden.

3.6 Laserklasse 3R

Bei dieser Laserklasse darf die Strahlung die maximal erlaubte Leistung für Laser der Klasse 1 der gleichen Wellenlänge höchstens um das Fünffache überschreiten. Das Maximum ist auf 5 mW beschränkt. Laser der Klasse 3R können das menschliche Auge schädigen. Das Risiko einer Schädigung ist aber relativ gering aufgrund der natürlichen Abwendungsreaktion und der Tatsache, dass nur in seltenen Fällen das Auge während längerer Zeit genau getroffen wird.

Blendungen können aber auch zu temporären Sehstörungen in Form von Nachbildern führen, was zum Beispiel bei sicherheitskritischen Arbeiten an Maschinen, beim Arbeiten in der Höhe, beim Führen eines Fahrzeugs oder für Piloten schwerwiegende Folgen haben kann.

Sicherheitsmassnahmen: Nur qualifiziertes und geschultes Personal einsetzen. Der offene Strahl darf nicht auf Augenhöhe (weder im Sitzen noch im Stehen) verlaufen, ansonsten ist der Einsatzbereich abzusperrern. Der Laser ist vor dem Zugriff Unbefugter zu schützen.



Bild 11: Kennzeichnung für Laser der Klasse 3R. Alternativ kann auch die Kennzeichnung wie in Kapitel 6.2 verwendet werden.

3.7 Laserklasse 3B und 4

Laser der Klasse 3B sind beim direkten Blick in den Strahl gefährlich und können Augenschäden verursachen (auch durch kurzzeitige zufällige Bestrahlungen). Das Betrachten von diffusen Reflexionen ist normalerweise für das Auge nicht schädlich. Direktes Bestrahlen mit dem Laser kann zu Hautverletzungen führen oder entzündliche Materialien entflammen lassen. Laser der Klasse 3B geben im Dauerstrichbetrieb höchstens 0,5 Watt Leistung ab.



Bild 12: Kennzeichnung für Laser der Klasse 3B. Alternativ kann auch die Kennzeichnung wie in Kapitel 6.2 verwendet werden.

Direktes Bestrahlen wie auch Reflexionen gefährden Auge und Haut in hohem Masse. Laser der Klasse 4 stellen häufig auch eine Brandgefahr dar. Alle Laser die in keine geringere Klasse eingeteilt werden können, werden der Klasse 4 zugeteilt. Für diese Klasse gibt es keine obere Leistungsbeschränkung.



Bild 13: Kennzeichnung für Laser der Klasse 4. Alternativ kann auch die Kennzeichnung wie in Kapitel 6.2 verwendet werden.

Sicherheitsmassnahmen: Laser dieser Klassen dürfen nur eingekapselt als Laser der Klasse 1 oder, falls nicht anders möglich, in einem abgegrenzten und überwachten Laserbereich betrieben werden. Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass niemand unzulässig bestrahlt werden kann. Dazu hat er die nötigen Vorkehrungen zu treffen und die Mitarbeitenden entsprechend auszubilden oder zu instruieren. Einzelheiten siehe Kapitel 4.

4 Besondere Anforderungen an Laser der Klasse 3B und 4

Laser der Klassen 3B und 4 sind vollständig abzuschirmen und mit einem Gehäuse so zu umschliessen, dass keine Strahlung nach aussen tritt. In diesem Fall entspricht der Laser mit geschlossenem Gehäuse der Klasse 1. Alle sicherheitsrelevanten Abschirmungen sind mit Sicherheitsschaltern zu überwachen oder dürfen nur mit Hilfe von Werkzeugen entfernbar sein. Ist eine gänzliche Abschirmung aus technischen oder anderen Gründen nicht möglich, sind diverse andere Sicherheitsvorkehrungen erforderlich, die hier aufgelistet sind.

4.1 Der Laserschutzbeauftragte



Bild 14: Wer Laser der Klasse 3B und 4 betreibt, benötigt einen Laserschutzbeauftragten.

Laser der Klasse 3B und 4 gehören laut EKAS-Richtlinie 6508 zu den besonderen Gefahren. Betriebe, die solche Laser verwenden, sind deshalb verpflichtet, ein Sicherheitssystem zu entwickeln, das den betriebs-spezifischen Bedürfnissen angepasst ist. Dafür können sie entweder externe Spezialisten der Arbeitssicherheit beiziehen oder sich selbst das nötige Arbeitssicherheitswissen aneignen. Dadurch wird der Einsatz eines Laserschutzbeauftragten zur Pflicht. Dessen Aufgaben sind von der Betriebsleitung festzulegen.

4.1.1 Ausbildung

Ein Laserschutzbeauftragter muss die notwendigen Kenntnisse haben, um seine Aufgaben erfüllen zu können. Wie er sich diese Kenntnisse anzueignen hat, ist nicht gesetzlich festgelegt. Er kann sie zum Beispiel durch einen Kursbesuch, durch Instruktionen des Herstellers und/oder durch Selbststudium erwerben.

Die **Aufgaben und notwendigen Kenntnisse** eines Laserschutzbeauftragten umfassen unter anderem folgende Punkte:

- Das Gefährdungspotenzial des Lasers (gemäss Klasseneinteilung) sowie die Auswirkung der Laserstrahlung auf den Körper (Augen und Haut) kennen und entsprechende Schutzmassnahmen treffen.
- Sicherheitsvorschriften definieren, Arbeitsanweisungen erstellen und Mitarbeiter instruieren.
- Die richtige persönliche Schutzausrüstung beschaffen und Mitarbeiter über die Verwendung instruieren.
- Schutzeinrichtungen gegen Laserstrahlung kennen, diese bei Bedarf anbringen und deren Funktionalität periodisch überprüfen.
- Andere Gefahren durch Laserstrahlung (z. B. Brand, Freisetzung von Schadstoffen, Hochspannung usw.) kennen und entsprechende Massnahmen treffen.
- Die Betriebsanleitung des Herstellers kennen und für die Einhaltung der darin beschriebenen Sicherheitsvorschriften sorgen.
- Das Verhalten im Störfall definieren und Mitarbeiter periodisch instruieren.

4.1.2 Sicherheitskonzept

Betriebe, die Laser der Klasse 3B oder 4 einsetzen, müssen im Rahmen ihrer allgemeinen Pflichten die Gefährdungen der Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmenden in ihrem Betrieb ermitteln sowie die erforderlichen Schutzmassnahmen und Anordnungen nach anerkannten Regeln der Technik treffen. Der Laserschutzbeauftragte erstellt dieses Sicherheitskonzept. Es wird empfohlen, den Nachweis der getroffenen Massnahmen schriftlich festzuhalten.

4.1.3 Instruktion der Mitarbeitenden

Der Laserschutzbeauftragte muss Personen, die mit Lasern der Klassen 3B und 4 arbeiten, vor Aufnahme ihrer Tätigkeit über die Gefahren informieren und zur richtigen Arbeitsweise anleiten. Es wird empfohlen, die erfolgte Instruktion durch gegenseitiges Visieren bestätigen zu lassen und wichtige Arbeitsanweisungen zusätzlich in Kurzform am Arbeitsplatz anzuschlagen.

4.2 Lasereinrichtungen in Produktionsräumen

Lasereinrichtungen, die als Maschinen in der Industrie in (offenen) Produktionsräumen eingesetzt werden, dürfen sowohl im Normalbetrieb als auch im Sonderbetrieb keine Gefährdung durch zugängliche Laserstrahlung verursachen. Dies wird mit einem komplett abschirmenden Schutzgehäuse erreicht. Wird das Gehäuse geöffnet, so muss der gefährliche Strahl sofort unterbrochen werden.

Falls es erforderlich ist, den Bearbeitungsprozess des Lasers zu beobachten, kann ein Fenster mit Laserschutzfilter den nötigen Schutz für die Augen sicherstellen. Die Anforderungen an Schutzgehäuse und Sicherheitsverriegelungen sind in der Lasernorm⁶ beschrieben oder es wird darin auf weitere Normen verwiesen⁷. Abschirmungen, die sich ohne Werkzeug entfernen lassen, sind an das Sicherheitsüberwachungssystem anzuschließen.

Ist ein kompletter Rundumschutz aus prozesstechnischen Gründen nicht umsetzbar und befindet sich der Laser nicht in einem abgegrenzten Laserbereich, so ist eine Risikoanalyse vorzunehmen. Darauf gestützt sind Schutzmassnahmen zu treffen. Unter anderem muss in diesem Fall der Sicherheitsabstand⁸, bei dem eine vorhersehbare Gefährdung ausgeschlossen werden kann, ausreichend klein sein. Der direkte Blick auf die Bearbeitungsstelle und der Austritt von «Einfachreflexionen» sind in jedem Fall zu verhindern.

Kann die Lasermaschine überhaupt nicht abgeschirmt oder eingekapselt werden, so muss sie in einem baulich abgegrenzten Laserbereich mit kontrolliertem Zugang betrieben werden, einem sogenannten «Laserlabor».



Bild 15: Eine Lasereinrichtung in einem Produktionsraum ist mit einem komplett abschirmenden Schutzgehäuse zu versehen.

⁶ SN EN 60825-1:2014
⁷ z. B. SN EN 61508

⁸ Englisch: Nominal Ocular Hazard Distance

4.3 Das Laserlabor

Betreiber von Lasereinrichtungen haben mit geeigneten Massnahmen dafür zu sorgen, dass auch in Bereichen mit offen zugänglicher Laserstrahlung niemand unzulässig bestrahlt werden kann, d.h. dass niemand einer Laserstrahlung über der maximal zulässigen Bestrahlung (MZB) gemäss Lasernorm⁹ ausgesetzt wird. Dieses Schutzziel lässt sich in der Regel nur erreichen, wenn solche Laserbereiche durch bauliche Massnahmen abgetrennt und derart überwacht werden, dass sie nur von befugten Personen mit der nötigen Schutzausrüstung betreten werden können.

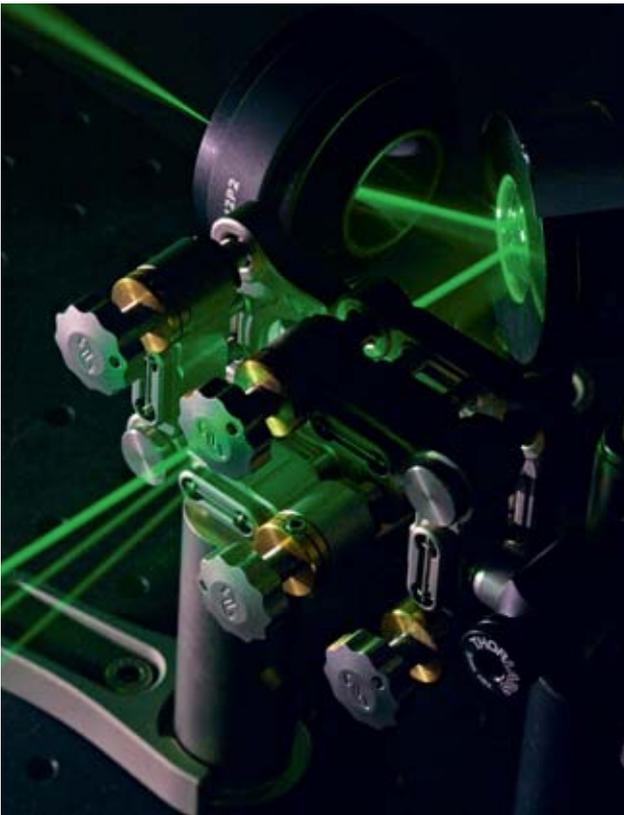


Bild 16: Nicht abgeschirmte Laser dürfen nur in einem abgegrenzten Bereich mit kontrolliertem Zugang betrieben werden.

Dies sind die wichtigsten **Anforderungen und Schutzmassnahmen** für den Betrieb eines Laserlabors:

Abgrenzung des Laserbereichs

Darf der baulich abgegrenzte Bereich nur mit Laserschutzbrillen betreten werden, so muss der Eingang als Schleuse ausgebildet sein oder es muss auf anderem Weg verhindert werden, dass Strahlung den abgegrenzten Bereich verlässt. Durchsichtige oder offene Seitenwände, Türen und allenfalls Fenster sind mit geeignetem Material zu verdecken oder zu ersetzen. Ist diese Abschirmung abnehmbar oder besteht sie aus beweglichen Teilen (z. B. Vorhang), muss der Schliessmechanismus mit dem Überwachungssystem des Lasers gekoppelt sein.

Wellenlänge und Leistung des Lasers bestimmen, welches Abschirmmaterial zu wählen ist. Geeignete Materialien sind z. B. eloxiertes Aluminium (im sichtbaren Bereich) oder Polycarbonatplatten (im Infrarotbereich). Das Material gilt als geeignet, wenn es nach den Normen SN EN 12254 und/oder SN EN 60825-4 geprüft ist. Liegt kein Zertifikat vor, so kann eine Selbstzertifizierung durchgeführt werden. Es genügt, wenn das Material (wie z. B. Aufziehfolien, Storen oder Vorhänge) die Anforderungen an die eigene, individuelle Situation erfüllt. Der Zertifizierungsprozess muss schriftlich festgehalten und das Dokument mit Ort, Datum und Unterschrift des Testverantwortlichen versehen werden. Das Zertifikat ist Bestandteil des obligatorischen Sicherheitskonzepts und muss auf Verlangen des Durchführungsorgans der Arbeitssicherheit vorgewiesen werden können.

Persönliche Schutzausrüstung

Das Personal muss mit der notwendigen persönlichen Schutzausrüstung, wie z. B. Laserschutzbrillen, ausgestattet werden. Die Laserschutzbrille ist idealerweise beim Eingang bereitzustellen. In Anhang A sind weitere Informationen zu Laserschutzbrillen zusammengefasst.

Kennzeichnung

Die Zugänge zum Laserbereich sind gleich zu kennzeichnen wie die dazugehörigen Lasereinrichtungen. An den Eingängen zu Bereichen oder an den Schutzabdeckungen, in denen sich Lasereinrichtungen der Klasse 3B oder 4 befinden, sind geeignete Laserwarnschilder anzubringen (siehe Kapitel 3 und 6.2).

⁹ SN EN 60825-1:2014, Anhang A

Schalteinrichtung

Die Lasereinrichtung ist so aufzustellen und einzurichten, dass sie jederzeit gefahrlos betrieben werden kann. Die Schalteinrichtung ist so anzuordnen, dass die Benutzer durch die Strahlung nicht gefährdet werden.

Anzeige des Betriebszustands

Bedingt die Situation das Tragen einer persönlichen Schutzausrüstung, so muss die Anzeige des gefährlichen Betriebszustands einer Lasereinrichtung bereits vor dem Betreten des Laserbereichs ersichtlich sein.

Strahlführung

Wo immer möglich sollte der Strahlweg umschlossen oder abgeschirmt sein. Der Strahl darf nicht auf Augenhöhe verlaufen. Auch die Zielregion ist so zu umkleiden, dass möglichst wenig Streulicht nach aussen gelangen kann. Um unkontrollierte Reflexionen und die damit verbundenen Gefährdungen zu vermeiden, sind bei Lasereinrichtungen der Klasse 4 nur fest installierte Aufbauten erlaubt. Der Laser sowie sämtliche optischen Elemente sind so zu sichern, dass es unmöglich ist, sie versehentlich zu verschieben oder umzuwerfen.

Beleuchtung

Da viele Schutzbrillen auch eine erhebliche Dämpfung im sichtbaren Spektralbereich bewirken, ist eine ausreichend helle Beleuchtung notwendig. Zweckmässig ist die Installation eines Helligkeitsreglers, um bei Justierarbeiten wiederum genügend abdunkeln zu können.

Fluchtweg

Der apparative Aufbau im Laserbereich muss so ausgeführt sein, dass eine Flucht jederzeit ungehindert möglich ist. Netz-, Wasser- und Messleitungen sind mit Vorteil von oben zu- und wegzuführen, um Stolperstellen zu vermeiden. Nicht zur Lasereinrichtung gehörende, insbesondere brennbare Utensilien dürfen nicht im Laserbereich deponiert werden.

Zwischenfälle

Bei Zwischenfällen sollten Helfer (Feuerwehr, Ambulanz usw.) jederzeit eintreten können, ohne sich zu gefährden. Dies lässt sich gewährleisten mit einem beim Zugang installierten und plombierten Glasfach, in dem ein Schlüssel und ein Notaus-Schalter enthalten sind.

5 Weitere Gefahren von Lasern

Neben der offensichtlichen optischen Gefährdung gibt es noch weitere Gefahren, die vom Betreiben und Verwenden von Lasereinrichtungen ausgehen. Für die Umsetzung von weiteren Massnahmen müssen meist zusätzliche Informationen beschafft oder Spezialisten aus anderen Bereichen der Arbeitssicherheit beigezogen werden. Die folgende Auflistung möglicher Gefahren gibt lediglich eine Übersicht und ist nicht als abschliessend zu betrachten.

Brand und Explosion



Lasere können Brände oder Explosionen auslösen. Alle brennbaren Stoffe wie Holz, Plastik, Papier usw. oder Lösungsmittel (z. B. zur Reinigung von Optiken) sind vom Laserstrahl fernzuhalten.

Toxische Gase oder Dämpfe



Bei der Bearbeitung von Materialien mit Lasern können giftige Gase oder Dämpfe entstehen. Der maximale Arbeitsplatzkonzentrationswert (MAK-Wert) ist einzuhalten¹⁰. Die Laseranlage ist mit einer geeigneten Absaugung und Lüftung¹¹ zu versehen.

Gefährdung durch toxische Stoffe



Das Betreiben eines Lasers kann den Einsatz von toxischen Stoffen erfordern (z. B. Gase für Excimerlaser, Zinkselenid-Linsen bei CO₂-Lasern oder Flüssigkeiten für Farbstofflaser). Vor der Verwendung sind die Sicherheitsvorschriften des Herstellers oder des Lieferanten zu beachten.

Hochspannung



Um eine Laseranlage zu betreiben, ist im Allgemeinen Hochspannung erforderlich. Reparaturen und Wartungsarbeiten an der Anlage dürfen nur von Fachpersonen durchgeführt werden.

Sekundäre Strahlung



Durch das Bearbeiten von Materialien mit Lasern kann ein Plasma entstehen. Dies kann zur Emission von sekundärer Strahlung (z. B. UV- oder Röntgenstrahlung) führen. Die maximale Expositionszeit ist zu ermitteln und die Strahlenquelle entsprechend abzuschirmen.



Thermische Gefahren



Gegenstände, die Laserstrahlung ausgesetzt werden, können sich stark erhitzen. Dies kann zu Verbrennungen führen oder Brände verursachen.

¹⁰ siehe Broschüre «Grenzwerte am Arbeitsplatz», Suva-Bestell-Nr. 1903.d

¹¹ Die Anforderungen sind der Broschüre «Schweissen und Schneiden. Schutz vor Rauchen, Stäuben, Gasen und Dämpfen», Suva-Bestell-Nr. 44053.d, oder der EKAS-Richtlinie 6509 zu entnehmen.

6 Pflichten für den Inverkehrbringer

Der Inverkehrbringer einer Anlage oder eines Geräts ist gesetzlich verpflichtet¹², die nationalen Sicherheitsbestimmungen zu erfüllen und auf alle Gefahren bei der Verwendung des Geräts aufmerksam zu machen. Dieses Kapitel gibt einen Überblick darüber, was dies im Einzelnen bedeutet. Als Inverkehrbringer gelten Hersteller, Importeure, Händler, Lieferanten, Verkäufer, Verleiher oder auch der Betreiber selbst, wenn er die Anlage direkt importiert.

6.1 Klassifizierungspflicht

Der Inverkehrbringer darf sein Produkt erst dem Betreiber aushändigen, wenn er es nach den Vorgaben der Lasernorm¹³ einer entsprechenden Laserklasse zugeteilt hat. Die Klassifizierungspflicht entfällt, wenn das Produkt ein Modul ist, das erst nach dem Einbau in ein System funktionstüchtig wird. Wie eine Lasereinrichtung zu klassifizieren ist, wird in der Lasernorm verbindlich und detailliert ausgeführt.

6.2 Kennzeichnung

Der Inverkehrbringer muss sein Produkt entsprechend der Zuteilung in eine Laserklasse kennzeichnen. Weitere Details sind der Lasernorm¹⁴ zu entnehmen.

Die Kennzeichnung umfasst folgende Zeichen:

- Laserwarnzeichen (nicht für Klasse 1)
- Klassenhinweiszeichen mit Warntext (alle Klassen)
- Laserdatenschild mit Angaben zur Emission des Lasers (nicht für Klasse 1)



Bild 17: Beispiel einer Kennzeichnung für einen Laser Klasse 2

Das Laserwarnzeichen und das Klassenhinweiszeichen mit Warntext können auch durch die alternativen Hinweisschilder (siehe Kapitel 3) ersetzt werden.

Zusatzzeichen

Für die Laserklassen 3R, 3B und 4 muss zudem die Austrittsöffnung der Laserstrahlung gekennzeichnet sein. Dies kann mit dem Text:

- AUSTRITT VON LASERSTRAHLUNG
- AUSTRITT VON UNSICHTBARER LASERSTRAHLUNG
- oder sinngemäss erfolgen.

Alternativ kann auch folgendes Symbol verwendet werden:

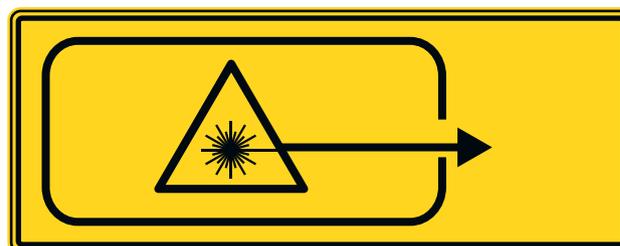


Bild 18: Kennzeichnung für die Austrittsöffnung eines Lasers

¹² gemäss Produktesicherungs-gesetz (PrSG) und der Verordnung über die Produktesicherheit (PrSV)

¹³ SN EN 60825-1:2014

¹⁴ SN EN 60825-1:2014

Entfernbare Elemente

Können Elemente des Schutzgehäuses ohne Werkzeug entfernt oder in ihrer Lage so verändert werden, dass dadurch stärkere Laserstrahlung als Klasse 1 zugänglich wird, so müssen diese Elemente mit einem Laserwarnzeichen und einem Zusatzzeichen der entsprechenden Laserklasse und dem Warntext gekennzeichnet sein.

Unsichtbare Laserstrahlung

Gibt der Laser unsichtbare Laserstrahlung ab, so muss im Warntext ausdrücklich darauf hingewiesen werden. Gibt er sichtbare und unsichtbare Strahlung ab, so muss im Text auf beide Strahlungsarten aufmerksam gemacht werden.

6.3. Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung

Neben der technischen Dokumentation muss der Hersteller oder Inverkehrbringer zu jeder Laseranlage eine Konformitätserklärung mitliefern. Mit der Konformitätserklärung bescheinigt der Hersteller, dass sein Produkt die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der relevanten Europäischen Richtlinien erfüllt. Für Lasereinrichtungen sind dies im Allgemeinen, die Niederspannungsrichtlinie, die Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und gegebenenfalls die Maschinenrichtlinie. Wird die Lasernorm SN EN 60825-1:2014 in der Konformitätserklärung mit aufgeführt, so kann davon ausgegangen werden, dass das Produkt in eine entsprechende Laserklasse eingeteilt wurde. Mit der CE-Kennzeichnung auf dem Produkt selbst bezeugt der Hersteller, diese Konformitätsbewertung korrekt durchgeführt zu haben. In der Schweiz ist zwar die Konformitätserklärung, nicht aber das Anbringen der CE-Kennzeichnung erforderlich.



Bild 19: CE-Kennzeichnung

Die Konformitätserklärung ist eine Selbstdeklaration. Für Lasereinrichtungen ist keine Typenprüfung notwendig. Das Einholen eines Prüfberichtes mit Zertifikat bei einer neutralen Prüf- und Zertifizierungsstelle kann aber einen Markt Vorteil bringen.

6.4 Betriebsanleitung

Zu jedem technischen Produkt gehört eine Betriebsanleitung. Diese muss in der Schweizerischen Amtssprache des Landesteils verfasst sein, in dem die Einrichtung bzw. das Gerät verwendet wird. Der Arbeitgeber bzw. der Besitzer des Produkts ist dafür verantwortlich, dass Personen, die das Produkt verwenden, die sicherheitsrelevanten Informationen in einer für sie verständlichen Form erhalten (nötigenfalls in ihrer eigenen Sprache).



Bild 20: Zu jedem technischen Produkt gehört eine Betriebsanleitung.

Aus der Betriebsanleitung geht hervor, wie das Gerät bestimmungsgemäss zu verwenden ist. Bei leistungsstarken Lasern kann es sinnvoll sein, auf bestimmungsfremde oder verbotene Verwendungsmöglichkeiten hinzuweisen. Sind zusätzlich spezielle Sorgfaltspflichten beim Betreiben und allenfalls beim Installieren zu erfüllen, so muss dies in der Betriebsanleitung erwähnt sein. Die Betriebsanleitung umfasst die Sicherheitshinweise und die Bedienungsanleitung. Je nach Komplexität der Lasereinrichtung können noch eine Installations- und Wartungsanleitung hinzukommen.

6.5 Technische Sicherheitsanforderungen an Lasereinrichtungen

Abhängig von der Laserklasse benötigen Lasereinrichtungen bestimmte eingebaute Sicherheitseinrichtungen. Hier folgt ein nicht abschliessender Überblick. Detaillierte Informationen sind der Lasernorm¹⁵ zu entnehmen.

Schutzgehäuse

Laser der Klasse 3B und 4 müssen über ein Schutzgehäuse verfügen, wenn sie nicht in einem Laserlabor betrieben werden. Alle Teile des Schutzgehäuses, die keine Sicherheitsverriegelungen aufweisen, müssen so befestigt sein, dass das Abnehmen nur mit Werkzeug möglich ist. Bei Lasern der Klasse 4 muss das Gehäuse Bestrahlungen unter vernünftigerweise vorhersehbaren Einfehlerbedingungen widerstehen.

Anschluss für Sicherheitssteuerung

Jede Lasereinrichtung der Klasse 3B und der Klasse 4 muss einen Steckverbinder für den Anschluss an die Sicherheitssteuerung besitzen. Sind die Kontakte des Steckverbinders offen, darf vom Laser keine Gefährdung ausgehen.

Anforderungen an elektrische Sicherheitssteuerungen

Je nach Laserklasse sind die Anforderungen an elektrische Sicherheitssteuerungen unterschiedlich. Die genauen Gefährdungen sind im Rahmen einer Risikobeurteilung zu ermitteln. Die höchsten Anforderungen gelten für Laser der Klasse 3B und 4. Allgemein muss die Sicherheitsverriegelung unter Berücksichtigung jeder vernünftigerweise vorhersehbaren Einfehlerbedingung funktionieren. Damit ist gemeint, dass bei einem Defekt in der elektronischen Sicherheitssteuerung (z. B. Verklemmen eines überwachten Verschlusses oder Verschweissen von Schalterkontakten) die Sicherheit der Anlage insgesamt gewährleistet sein muss. Dies wird unter anderem mit der Ausfallwahrscheinlichkeit von sicherheitsrelevanten Bauteilen beurteilt. Für die Beurteilung wird in der Regel die Norm SN EN ISO 13849-1 beigezogen (oder alternativ

die Norm SN EN 62061). Darin werden für die Sicherheitseinrichtungen einer Anlage in Abhängigkeit vom Risiko verschiedene Performance-Levels gefordert. Laser der Klasse 4 benötigen in der Regel Sicherheitseinrichtungen mit Performance-Level d oder e.

Schlüsselschalter

Jede Laseranlage der Klasse 3B und 4 benötigt einen Hauptschalter mit Schlüssel. Wenn der Schlüssel abgezogen ist, darf keine Laserstrahlung zugänglich sein.

Steuerungseinrichtung

Die Steuer- oder Bedienungseinrichtung muss so angebracht sein, dass ein Bediener alle Einstellungen durchführen kann, ohne sich Strahlung der Laserklasse 3R, 3B oder 4 auszusetzen.

Strahlfänger (Shutter)

Lasereinrichtungen der Klasse 3B und 4 müssen einen Strahlfänger besitzen, der unabhängig vom Ein- und Ausschalten des Gerätes, den Austritt des Strahls verhindern kann.

Warneinrichtung

Für Laser der Klasse 3R mit unsichtbarem Strahl (Wellenlänge unter 400 nm und über 700 nm), 3B und 4 muss die Warneinrichtung ein hörbares oder sichtbares Signal abgeben, wenn das Lasersystem eingeschaltet ist. Die Warneinrichtung muss ausfallsicher oder redundant sein. D. h. es darf nicht möglich sein, die Lasereinrichtung bei defekter Warneinrichtung in Betrieb zu setzen.

7 Weitere Informationen

Diese Aufzählung von Gesetzen, Verordnungen, Normen und weiteren Publikationen ist nicht abschliessend. Auch nicht erwähnte Sicherheitsbestimmungen sind verbindlich. Alle aufgeführten Publikationen sind im Internet erhältlich. Normen sind kostenpflichtig.

7.1 Gesetze und Verordnungen

UVG Bundesgesetz über die Unfallversicherung (insbesondere Art. 82), SR 832.20

UVV Verordnung über die Unfallversicherung, SR 832.202

VUV Verordnung über die Unfallverhütung (insbesondere Art. 3, 6, 43, 50-3, 52a-1), SR 832.30

PrSG Bundesgesetz über die Produktesicherheit, SR 930.11

SLV Verordnung über den Schutz des Publikums von Veranstaltungen vor gesundheitsgefährdenden Schalleinwirkungen und Laserstrahlen (Schall- und Laserverordnung), SR 814.49

MepV Medizinprodukteverordnung, SR 812.213

7.2 Richtlinien und weitere Publikationen EKAS, Suva, BAG, ESTI, Swissmedic

- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG
- Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit von Elektro- und Elektronikprodukten 2004/108/EG
- EKAS-Richtlinie über den Beizug von Arbeitsärzten und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit (ASA-Richtlinie), Anhang 1, Suva-Bestell-Nr. 6508.d
- Suva-Broschüre: Grenzwerte am Arbeitsplatz, Suva-Bestell-Nr. 1903.d
- Suva-Merkblatt: Schweiessen und Schneiden; Schutz vor Rauchen, Stäuben, Gasen und Dämpfen. Suva-Bestell-Nr. 44053.d
- EKAS-Richtlinie: Schweiessen, Schneiden und verwandte Verfahren zum Bearbeiten metallischer Werkstoffe. Suva-Bestell-Nr. 6509.d
- Merkblatt BAG: Lasershows und andere Veranstaltungen mit Laser.
- Merkblatt BAG: Vorsicht Laserpointer!
- Allgemeinverfügung des Eidgenössischen Starkstrominspektorates ESTI über das Verbot des Inverkehrbringens von handgeführten, batteriebetriebenen Lasern der Klassen 3B und 4
- Merkblatt Swissmedic: Anwendung von hochenergetischen Lichtquellen (Laser und Nichtlaser Lichtquellen) in Medizin und Kosmetik

7.3 Normen

SN EN 60825-1:2014 Sicherheit von Laser-Einrichtungen, Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen

SN EN 60825-2:2004 Sicherheit von Laser-Einrichtungen, Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen

SN EN 61508 Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme

SN EN 60601 Medizinische elektrische Geräte

SN EN 60335 Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke

SN EN 12254 Abschirmungen an Laserarbeitsplätzen – Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung

SN EN 60825-4 Sicherheit von Lasereinrichtungen. Teil 4: Laserschutzwände

SN EN ISO 13849-1 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze

SN EN 62061 Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme

SN EN 208 Persönlicher Augenschutz, Filter und Augenschutz gegen Laserstrahlung (Laser-Schutzbrillen)

SN EN 166 Persönlicher Augenschutz – Anforderungen

SN EN 207 Justierarbeiten an Lasern und Laseraufbauten (Laser-Justier-Brillen)

EN 11553 Sicherheit von Maschinen – Laserbearbeitungsmaschinen

7.4 Auskunftsstellen

BAG

Bundesamt für Gesundheit
Abteilung Strahlenschutz
3003 Bern

ESTI

Eidgenössisches Starkstrominspektorat
Luppenstrasse 1
8320 Fehraltorf

METAS

Eidgenössisches Institut für Metrologie
Lindenweg 50
3003 Bern-Wabern

Electrosuisse

Luppenstrasse 1
8320 Fehraltorf

Skyguide

Special Flight Office Switzerland
Postfach 23
Flugsicherungsstrasse 1-5
CH-8602 Wangen bei Dübendorf

Suva

Bereich Physik, Strahlenschutz
Rösslimattstrasse 39
6005 Luzern

Swissmedic

Schweizerisches Heilmittelinstitut
Hallerstrasse 7
Postfach
3000 Bern 9

Anhang A

Laserschutzbrillen



Beim Arbeiten oder Manipulieren an Einrichtungen mit Lasern der Klassen 3R (nur unsichtbar), 3B und 4 ist das Tragen einer korrekt dimensionierten Laserschutzbrille für alle Anwesenden obligatorisch.

Laserschutzbrillen und Filter müssen **immer für den Schutz gegen den Hauptstrahl** ausgelegt werden, auch wenn nur Streustrahlung auftritt.

Laserschutzbrillen sind **keine Universalschutzbrillen** und dürfen nur für die Arbeit mit denjenigen Lasertypen verwendet werden, für die sie dimensioniert wurden. Dies bedeutet, die folgenden Parameter müssen übereinstimmen: Betriebsart, Wellenlängenbereich und Schutzstufe.

Eine **korrekt dimensionierte Laserschutzbrille** schwächt den Laserstrahl mindestens auf die maximal zulässige Bestrahlung (MZB) ab und hält ihn mindestens 5 s auf.

Laser-Vollschutzbrillen¹⁶ sind am Brillengestell mit den entscheidenden Angaben gekennzeichnet:

¹⁶ nach SN EN 207

Wellenlängenbereich, Betriebsart (D: Dauerstrich, I: Impuls, R: Riesenimpuls, M: Modengekoppelt), Schutzstufe¹⁷, Hersteller, Prüfzeichen, mechanische Festigkeit¹⁸. Hier ein Beispiel:

690–1320 D LB6 XYZ DIN S

(Wellenlängenbereich: 690-1320 nm, Betriebsart: D, Schutzstufe: LB6, Hersteller: XYZ, Prüfzeichen: DIN, Festigkeit: S)

Zum Justieren von Lasereinrichtungen der Klassen 3B und 4 mit sichtbarer Strahlung können anstelle von Laser-Vollschutzbrillen auch Laser-Justierbrillen¹⁹ getragen werden.

Als **Hilfe zur Evaluation der richtigen Laserschutzbrille** bieten die Hersteller in der Regel einen Dimensionierungsservice an.

Sind verschiedene Laser mit mehreren Wellenlängen im Einsatz, für die unterschiedliche Schutzbrillen notwendig sind, muss die korrekte Wahl der Schutzbrille eindeutig und auf einfache Weise gewährleistet sein (zum Beispiel mit Farbkodierungen).

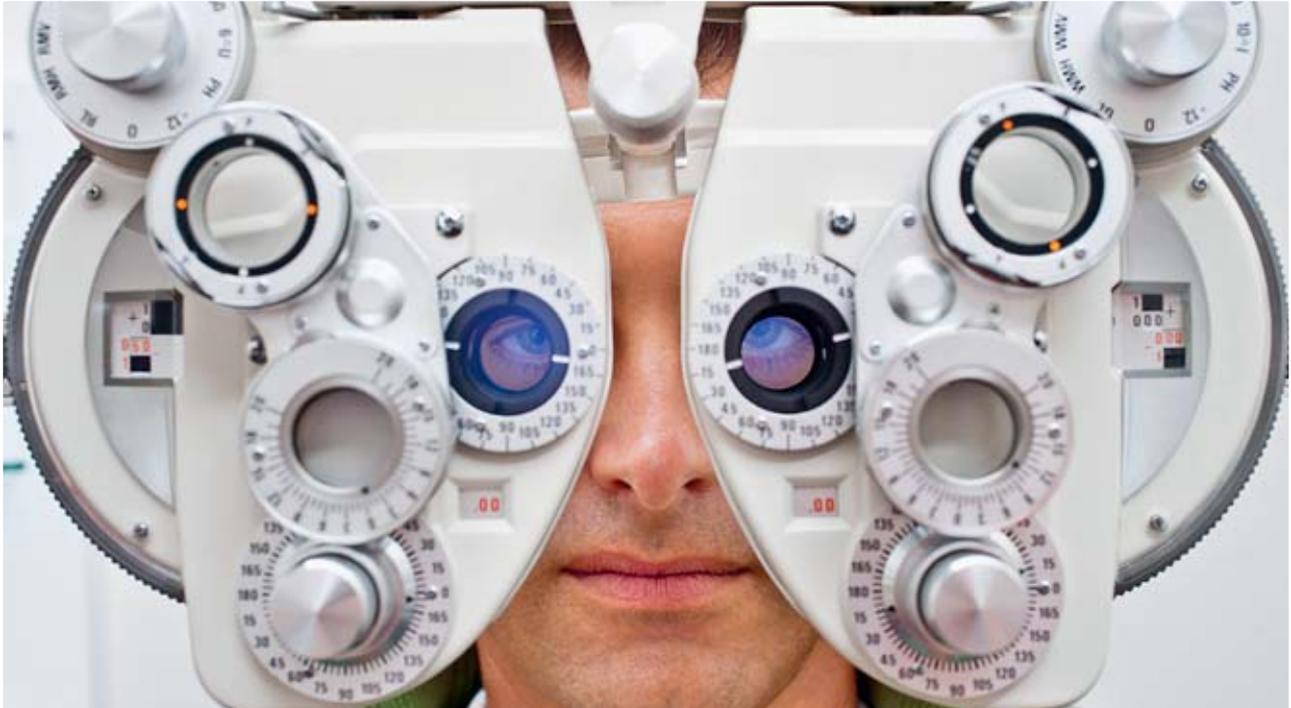
¹⁷ siehe SN EN 207

¹⁸ siehe SN EN 166

¹⁹ nach SN EN 208

Anhang B

Vorsorgliche Augenuntersuchungen



Vorsorgliche Augenkontrollen zur Abklärung allfälliger Schädigungen durch Laser sind nicht zu empfehlen. Suchen Sie jedoch nach einer unbeabsichtigten, plötzlichen Bestrahlung der Augen immer sofort einen Arzt auf!

Schädigung tritt unmittelbar ein

Der Strahl eines Lasers ist räumlich sehr konzentriert und weist eine äusserst hohe Leistungsdichte auf. Bei einer Bestrahlung durch einen Laser tritt die schädliche Wirkung deshalb unmittelbar nach dem Ereignis ein. Zeitlich verzögert auftretende Auswirkungen etwa durch eine Akkumulation mehrerer unbemerkter Treffer sind bisher nicht bekannt.

Beim Umgang mit leistungsstarken Lasern, d.h. mit Lasern der Klassen 3R, 3B und 4, ist die Sehfähigkeit im Wellenlängenbereich zwischen 400 und 1400 nm besonders gefährdet, da der Fokussiereffekt der Augenlinse den Laserstrahl auf den Bereich des schärfsten Sehens der Netzhaut (Macula) konzentriert. Besonders gravierend dabei ist, dass sich einmal zerstörte Sinneszellen der Netzhaut nicht mehr regenerieren können.

Ursache mit der Zeit nicht mehr identifizierbar

Da die Netzhaut einem natürlichen Alterungsprozess unterworfen ist, können Netzhautschüsse mit Lasern wenige Wochen nach einem Ereignis kaum mehr von Schädigungen durch andere Einwirkungen, wie der Alterung oder auch Entzündungen, unterschieden werden. Aus diesem Grund sind augenärztliche Vorsorgeuntersuchungen problematisch. Vorgefundene Verschlechterungen des Sehvermögens werden oft unbemerkten Lasereinschüssen zugeschrieben, obwohl der natürliche Alterungsprozess als Ursache genauso in Frage käme. Viel sinnvoller ist es deshalb, sofort nach einem Ereignis einen Arzt zu konsultieren.

Anhang C

Checkliste für periodische Sicherheitsaudits

Mit Hilfe dieser Frageliste können Sie eine individuelle Checkliste für periodische Sicherheitskontrollen erstellen. Die Kontrollfragen müssen dabei den Gegebenheiten vor Ort, beziehungsweise der Lasereinrichtung, angepasst werden.

Wenn Sie eine oder mehrere Fragen mit Nein beantworten, sind Abklärungen oder Massnahmen erforderlich.

Checkliste

1	Ist eine Abgrenzung des Laserbereichs vorhanden?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
2	Ist der Zutritt zum abgegrenzten Laserbereich geregelt?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
3	Ist die Umschliessung oder Abgrenzung des Laserstrahls vollständig und wirkungsvoll?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
4	Sind Laserschutzbrillen mit korrekter Schutzwirkung vorhanden?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
5	Ist das Warnlicht funktionstüchtig?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
6	Sind die Überwachungsschaltkreise der Anlage funktionstüchtig?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
7	Ist der Not-Aus-Schalter funktionstüchtig?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
8	Ist der Strahlfänger richtig positioniert?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
9	Wird ein offener Strahl auf Augenhöhe vermieden?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
10	Ist der Laser richtig gekennzeichnet?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
11	Wurden alle reflektierenden und/oder unnötigen Gegenstände aus dem Laserbereich entfernt?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
12	Wurden alle brennbare Flüssigkeiten und Gegenstände aus dem Laserbereich entfernt?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
13	Befinden sich nur projektbezogene Arbeitsplätze im Laserbereich?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
14	Ist eine Schadstoffabsaugung vorhanden und funktionstüchtig?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
15	Wurden im Laserbereich mögliche Stolperstellen eliminiert?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
16	Sind Gasflaschensicherungen vorhanden?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Anhang D

Lasershows und Laserpointer



D.1 Laser im Freien, Lasershows

Laserveranstaltungen sind meldepflichtig und müssen spätestens zwei Wochen vor ihrem Beginn der zuständigen kantonalen Vollzugsbehörde gemeldet werden. Die einzuhaltenden Vorschriften sind in der Schall- und Laserverordnung²⁰ festgehalten. Der Veranstalter trägt die Verantwortung, dass für sämtliche Laserstrahlung, die ins Publikum gelangen kann, der Grenzwert für die maximal zulässige Bestrahlung (MZB) eingehalten wird. Weitere Informationen dazu finden Sie in der Publikation «Lasershows und andere Veranstaltungen mit Laser» des Bundesamts für Gesundheit (BAG).

Wird beim Einsatz von Lasern der Luftverkehrsraum tangiert, so ist vorgängig die Zusage des zuständigen Flugsicherungsdienstes einzuholen. Der Einsatz ist mit dem Formular «Antrag für die Koordination von Spezialflügen und speziellen Aktivitäten im Luftraum» bei Skyguide zu melden²¹.

D.2 Laser im privaten Gebrauch, Laserpointer

In der Öffentlichkeit sorgen Laserpointer immer wieder für Schlagzeilen. So kommt es öfters vor, dass Personen absichtlich oder unabsichtlich durch Laser geblendet werden. Das Inverkehrbringen von handgehaltenen Zeigergeräten mit Lasern der Klasse 3B und 4 ist zwar durch die Allgemeinverfügung des Eidgenössischen Starkstrominspektorats (ESTI) verboten, doch ist es zum Beispiel nach einer Laserattacke oft schwierig festzustellen, um welchen Lasertyp (bzw. Laserklasse) es sich tatsächlich handelte. Neben starken Blendungen sind Schädigungen der Augen oder Haut durch Bestrahlungen mit Laserpointern nicht ausgeschlossen. Weitere Informationen dazu sind im Merkblatt «Vorsicht Laserpointer!» des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) zusammengefasst. Für den privaten Gebrauch von Lasern sind die Informationen des BAG sowie der kantonalen Behörden zu beachten.

²⁰ SLV, SR 814.49

²¹ Anträge für die Koordination von speziellen Aktivitäten sind an folgende Stelle zu adressieren: specialflight@skyguide.ch.

Anhang E

Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) und Grenzwerte zugänglicher Strahlung (GZS)



E.1 Maximal zulässige Bestrahlung

Unter dem Begriff der maximal zulässigen Bestrahlung (MZB) werden Grenzwerte für Laserstrahlung festgelegt, die unterhalb der bekannten Gefahrenpegel liegen. Aus biologischen Gründen gibt es keine präzise definierte Abgrenzung zwischen sicherer und gefährlicher Exposition. Die MZB-Werte stellen die maximalen Werte dar, denen das Auge oder die Haut unter normalen Umständen ausgesetzt werden kann, ohne dass damit Verletzungen unmittelbar oder nach einer längeren Zeit verbunden sind. Die Werte hängen vom bestrahlten Objekt (Auge oder Haut), der Wellenlänge, der Impulsdauer, der Expositionszeit und der Strahlgeometrie ab.

E.2 Grenzwerte zugänglicher Strahlung

Als Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) bezeichnet man den Maximalwert zugänglicher Strahlung, der innerhalb einer bestimmten Laserklasse zugelassen ist. Die zugängliche Strahlung ist die Leistung oder die Energie innerhalb von bestimmten Messblenden, welche in der Lasernorm²² definiert sind. Die zugängliche Strahlung wird mit dem GZS verglichen, um die Klasse der Lasereinrichtung zu bestimmen. Auch wird aus der zugänglichen Strahlung abgeschätzt, ob oder nach welcher Bestrahlungsdauer die MZB-Werte überschritten sind.

Sowohl die GZS- als auch die MZB-Werte können der Norm SN EN 60825-1:2014 entnommen werden.

²² SN EN 60825-1:2014

Anhang F

Laser in der Medizin und Kosmetik



Medizinische Eingriffe am menschlichen Körper mit Lasern dürfen ausschliesslich von einer Ärztin oder einem Arzt vorgenommen werden oder von einer ausgebildeten Fachperson unter ärztlicher Kontrolle und Verantwortung.

Lasereinrichtungen mit medizinischem Zweck müssen die Anforderungen der Medizinprodukteverordnung²³ erfüllen. Wenden Sie sich für weitere Informationen an das schweizerische Heilmittelinstitut Swissmedic. Dieses ist zuständig für die Marktüberwachung von Medizinprodukten.²⁴

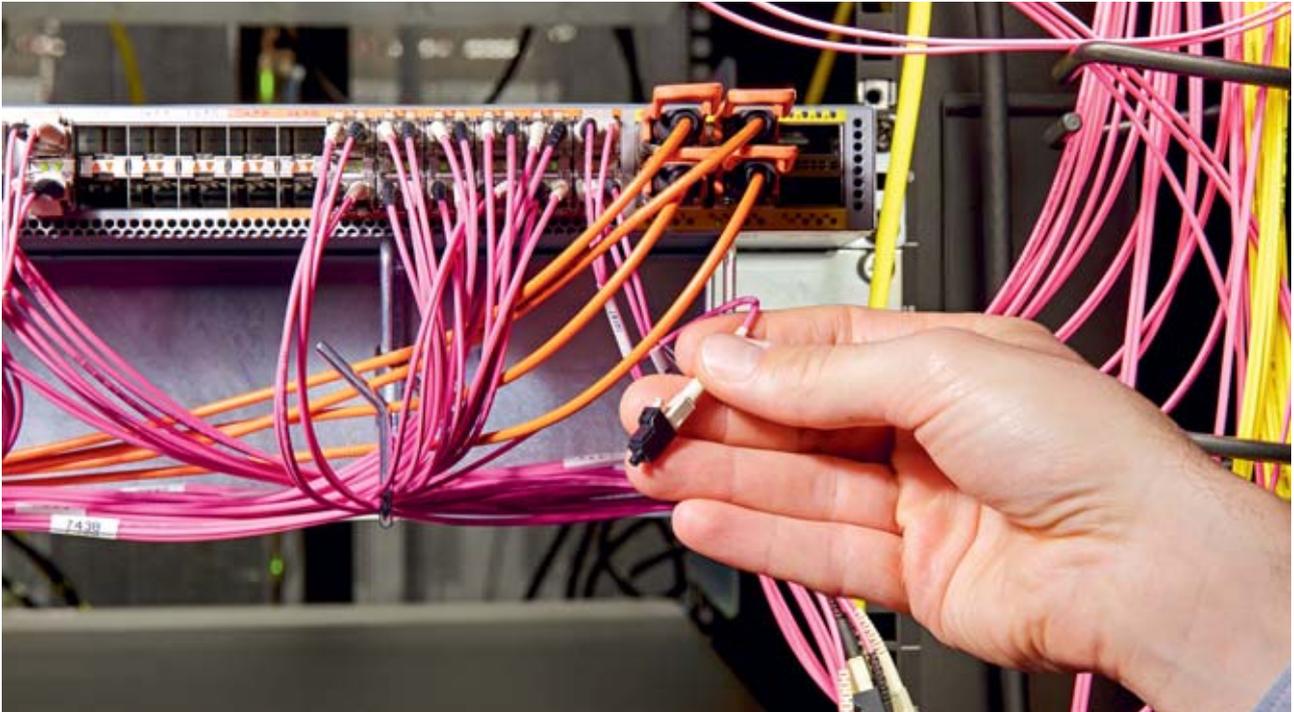
Es empfiehlt sich, kosmetische Behandlungen mit Lasern oder hochenergetischen nichtkohärenten Lichtquellen (z. B. Blitzlampen) unter Kontrolle und Verantwortung einer Ärztin oder eines Arztes durchzuführen. Kosmetikerinnen oder Kosmetiker, die solche Behandlungen vornehmen, sollten mindestens einen eidgenössischen Fachausweis oder eine gleichwertige Aus- oder Weiterbildung besitzen und müssen ausreichend für die Gerätebedienung ausgebildet sein. Weitere Informationen zum Thema finden Sie beim Bundesamt für Gesundheit (BAG).

²³ MepV, SR 812.213

²⁴ siehe Merkblatt Swissmedic: Anwendung von hochenergetischen Lichtquellen (Laser und Nichtlaser Lichtquellen) in Medizin und Kosmetik

Anhang G

Sicherheitsanforderungen an Lichtwellenleiter-Kommunikationssysteme



Hier finden Sie eine Übersicht über die in der Schweiz geltende Rechtsordnung im Bereich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz bezüglich Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS). Es sind die wichtigsten Anforderungen und Massnahmen für Betriebe und Organisationen aufgelistet, die LWLKS oder Baugruppen herstellen, installieren, instandsetzen oder betreiben.

Die Broschüre «Grenzwerte am Arbeitsplatz»²⁵ erklärt Teil 2 der Lasernorm zur Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen²⁶ in der Schweiz für verbindlich. Im Allgemeinen begründen sich die folgenden Ausführungen durch diese Norm.

G.1 Sicherheitskonzept

G.1.1 Einteilung der Standorte und der Gefährdungsgrade

Im Unterschied zu offenen Lasern ist bei LWLKS die Strahlung nur unter bestimmten Bedingungen zugänglich (offene Faser oder Bruch). Aus diesem Grund teilt man sie anhand der Wellenlänge und Leistung in verschiedene Gefährdungsgrade ein. Jeder zugänglichen Stelle eines Systems muss ein Gefährdungsgrad zugeordnet werden, als Hinweis auf die mögliche Gefahr durch zugängliche Strahlung an diesem Ort. Der Gefährdungsgrad muss durch eine Rechnung oder Messung der optischen Strahlung (die unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen zugänglich wird) bestimmt werden. Die Einteilung der Gefährdungsgrade funktioniert analog dem System der Laserklassen nach Teil 1 der Lasernorm²⁷ (siehe Kapitel 3).

²⁵ Suva-Bestell-Nr. 1903.d
²⁶ SN EN-60825-2:2004

²⁷ SN EN 60825-1:2014

Basierend auf den Gefährdungsgraden muss anschliessend jeder Arbeitsplatz einem von drei möglichen Standorttypen zugeordnet werden:

- **Uneingeschränkter Standort:** Keine Massnahmen zur Beschränkung des öffentlichen Zugangs notwendig. An uneingeschränkten Standorten sind maximal die Gefährdungsgrade 1M und 2M zugelassen, an Steckverbindungen nur die Gefährdungsgrade 1 und 2.
- **Eingeschränkter Standort:** Nicht zugänglich für die Öffentlichkeit. Zutritt auch ohne Lasersicherheitsinstruktion, aber nur für befugte Personen. An eingeschränkten Standorten ist maximal der Gefährdungsgrad 3R zugelassen, an Steckverbindungen nur die Gefährdungsgrade 1M und 2M.
- **Kontrollierter Standort:** Zutritt nur für befugte Personen mit Lasersicherheitsinstruktion. An kontrollierten Standorten ist maximal der Gefährdungsgrad 3B zugelassen, an Steckverbindungen nur die Gefährdungsgrade 1M und 2M.

Standorte mit Gefährdungsgrad 4 sind nicht zulässig. Die Übertragung von Laserleistungen der Klasse 4 ist nur erlaubt, wenn diese Leistung nicht zugänglich werden kann.

Der Gefährdungsgrad eines Standortes kann mit technischen Mitteln reduziert werden, zum Beispiel:

- durch Verwendung von Kabelverbindern, die nur mit einem Werkzeug geöffnet werden können
- durch Verwendung von Systemen für die automatische Leistungsverringern. Diese müssen die Leistung innerhalb von 1 Sekunde (bei uneingeschränkten Standorten) bzw. 3 Sekunden (bei eingeschränkten und kontrollierten Standorten) auf die zulässigen Grenzwerte verringern und dürfen keine automatische Wiedereinschaltfunktion besitzen.

G.1.2 Kennzeichnung

Grundsätzlich ist es immer erforderlich, den jeweiligen Standorttyp zu kennzeichnen, ausser an Standorten, die höchstens den Gefährdungsgrad 1 aufweisen. Lichtwellenleiter müssen sich zudem durch ihre Kennzeichnung klar von anderen Kabeln (z. B. Stromkabel) unterscheiden. Wo der Gefährdungsgrad 1 überschritten wird, ist jede Verbindung, die beim Öffnen Strahlung emittieren kann, nach den Angaben aus Teil 2 der Lasernorm²⁸ zu kennzeichnen. Die Norm definiert ebenso die Anforderungen an Inhalt, Form und Beständigkeit der Kennzeichnungen.

G.1.3 Personalausbildung

Mitarbeitende, die Lichtwellenleiter-Kommunikationssysteme errichten oder warten, müssen den Gefährdungsgraden entsprechend durch einen Sachverständigen für die Sicherheit von Lasern geschult werden. Personen, die Standorte mit Gefährdungsgrad 3B betreten, sowie Personen, die für die Installation oder Instandsetzung eines LWLK-Systems verantwortlich sind, müssen mindestens einmal pro Jahr instruiert werden. Die Schulung ist zu dokumentieren.

G.1.4 Weitere Schutzmassnahmen

Folgende Schutzmassnahmen sind allgemein zu beachten:

- Für Arbeiten im Sonderbetrieb und bei der Instandhaltung muss das System vor dem Arbeitsbeginn in einen nicht gefährdenden Zustand versetzt werden.
- An nicht gekennzeichneten Standorten muss der höchste Gefährdungsgrad angenommen werden.
- Eine fehlende Standortkennzeichnung muss unverzüglich ergänzt oder dem verantwortlichen Betreiber gemeldet werden.
- Faserbruchteile müssen in einem geeigneten Behälter gesammelt werden, da diese Haut- und Augenverletzungen verursachen können. Zudem ist am Arbeitsplatz auf Essen und Trinken zu verzichten.

G.1.5 Die 5-Punkte-Regel



1. Alle beteiligten Betriebe und Personen müssen bei Arbeiten an LWLKS ausreichend informiert werden.
2. Das Lichtsignal ist nach Möglichkeit vorgängig abzutrennen, um eine Gefährdung wirksam zu vermeiden.
3. Es gibt verschiedene Möglichkeiten zu sichern, z. B.: Den Raum abschliessen, den Sicherheitsschalter mit einem Vorhängeschloss versehen, Blindstecker mit Warnung verwenden, usw..
4. Mit einem Messgerät überprüfen, ob noch ein Lichtsignal vorhanden ist.
5. Es gibt nie einen Grund in einen Lichtwellenleiter zu blicken. Egal aus welchem Abstand!

G.2 Pflichten für alle beteiligten Betriebe

Hier sind die wichtigsten Aufgaben und Pflichten für Hersteller, Eigentümer, Betreiber, Instandhalter und Instandsetzer von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystem aufgelistet. Im Zweifelsfall gilt die Lasernorm²⁹.

Betriebe allgemein

- instruieren das eigene Personal
- treffen Absprachen und informieren ihre Partner bezüglich der Zusammenarbeit

Hersteller

- stellt sicher, dass die Anlage die Anforderungen der Norm erfüllt
- stellt für seine Produkte eine Konformitätserklärung aus
- stellt alle notwendigen Informationen zur Verfügung, um das Gerät sicher bedienen zu können

Auftraggebende Betriebe

- informieren das bei ihnen tätige Personal von anderen Betrieben
- verlangen von den von ihnen beauftragten Betrieben die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften
- halten diese Forderung im Vertrag fest
- kontrollieren die Einhaltung der Bestimmungen und intervenieren wenn nötig

Eigentümer

- informiert die Mieter über die Gefährdung seiner Anlage (z. B. maximal erlaubter Gefährdungsgrad)
- stellt die Mittel für die Zutrittskontrolle zur Verfügung (z. B. abschliessbare Standorte)
- verlangt im Vertrag die Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen
- kontrolliert die Einhaltung der Bestimmungen
- haftet für Schäden infolge einer fehlerhaften Anlage oder mangelhaften Unterhalts

Betreiber

- klassifiziert und bewertet die von ihm verwendeten Standorte und bezeichnet sie
- regelt die Zutritte zu den Standorten
- stellt sicher, dass bei Anpassungen der Anlage der Gefährdungsgrad aller Standorte unverändert bleibt oder die Zutrittsberechtigung und die Kennzeichnung angepasst werden
- verfasst eine Sicherheitsanweisung und kontrolliert deren Anwendung
- verlangt von den von ihm beauftragten Betrieben die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften

Instandhalter und Instandsetzer

- sorgen dafür, dass die Arbeitsmittel vor der Instandhaltung und für den Sonderbetrieb in einen nicht gefährdenden Zustand versetzt werden
- sorgen dafür, dass ihr Personal nach den betrieblichen Sicherheitsvorschriften arbeitet
- stellen dem eigenen Personal die nötige Schutzausrüstung zur Verfügung
- stellen sicher, dass die Standortbezeichnungen während des Arbeitseinsatzes und nach Verlassen des Standortes korrekt sind
- stellen sicher, dass die Zutrittsregelungen während des Arbeitseinsatzes eingehalten werden und dass die Zutrittseinschränkungen für den Normalbetrieb beim Verlassen des Standortes korrekt funktionieren

²⁹ SN EN 60825-2:2004

Suva

Gesundheitsschutz
Postfach, 6002 Luzern

Auskünfte

Tel. 041 419 61 33

Download

www.suva.ch/waswo/66049

Titel

Achtung, Laserstrahl!

Verfasser

Roland Krischek, Bereich Physik

Abdruck – ausser für kommerzielle Nutzung –
mit Quellenangabe gestattet.

Erstausgabe: April 1992

Überarbeitete Ausgabe: August 2016

Bestellnummer (nur als PDF erhältlich)
66049.d

Das Modell Suva**Die vier Grundpfeiler der Suva**

- Die Suva ist mehr als eine Versicherung; sie vereint Prävention, Versicherung und Rehabilitation.
- Die Suva wird von den Sozialpartnern geführt. Die ausgewogene Zusammensetzung im Verwaltungsrat aus Arbeitgeber-, Arbeitnehmer- und Bundesvertretern ermöglicht breit abgestützte, tragfähige Lösungen.
- Gewinne gibt die Suva in Form von tieferen Prämien an die Versicherten zurück.
- Die Suva ist selbsttragend; sie erhält keine öffentlichen Gelder.