



# **Lasereinrichtungen der Klassen 3B und 4**

**Anforderungen bezüglich  
Laser-Überwachungsbereiche**

**Ergänzungen zum  
Informationsblatt über Laser**

Suva  
Abteilung Arbeitssicherheit  
Bereich Physik  
Postfach 4358  
6002 Luzern

AS 293.d – 11.02  
Lasereinrichtungen der Klassen 3B und 4, Anforderungen bezüglich Laser-  
Überwachungsbereiche, Ergänzungen zum Informationsblatt über Laser  
Autor: Bruno J. Müller

1. Auflage – Dezember 2002

## 1 Begriffsbestimmungen

- Laser-Überwachungsbereich  
"Bereich, in dem der Aufenthalt und die Tätigkeit von Personen zum Zwecke des Schutzes vor Laserstrahlungsgefährdung überwacht und kontrolliert wird." (Lasernorm EN 60825-1, 2002, Ziffer 3.41)
- Laserbereich  
"Bereich, in dem die Bestrahlungsstärke oder die Bestrahlung die geltende maximal zulässige Bestrahlung der Hornhaut des Auges (MZB) übertrifft, einschliesslich der Möglichkeit einer zufälligen Ablenkung des Laserstrahls. Schliesst man die Möglichkeit der Betrachtung mittels optischer Hilfsmittel ein, so wird der entsprechende Bereich „Erweiterter Laserbereich“ genannt." (Lasernorm EN 60825-1, 2002, Ziffer 3.59)
- Vagabundierende Laserstrahlung  
"Laserstrahlung, die vom definierten Strahlengang abweicht. Zu dieser Art Strahlung gehören unerwünschte Sekundärreflexionen von Komponenten im Strahlengang, durch falsch justierte oder beschädigte Komponenten abgelenkte Strahlung und Reflexionen vom Werkstück." (Lasernorm EN 60825-1, 2002 Ziffer 3.31)
- Betreiber  
Typische Betreiber von Lasereinrichtungen der Klassen 3B und 4 sind Arztpraxen, Spitäler, Forschungsinstitute und Industrie.

## 2 Schutzziel

Der Betreiber von Lasereinrichtungen hat mit geeigneten Massnahmen dafür zu sorgen, dass niemand unzulässig bestrahlt werden kann, d.h. dass niemand einer Laserstrahlung über der maximal zulässigen Bestrahlung MZB gemäss Lasernorm EN 60825-1, 2002, Tabelle 6, ausgesetzt werden kann (erforderliche Massnahmen betreffend Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz bei besonderen Gefahren gemäss Bestimmungen der Arbeitssicherheit).

## 3 Abgrenzung und Überwachung des Laserbereiches

Das vom Betreiber verlangte Schutzziel kann in der Regel nur erfüllt werden, wenn Laserbereiche durch bauliche Massnahmen abgetrennt und derart überwacht werden, dass sie nur von befugten Personen mit der nötigen Schutzausrüstung betreten werden können. Bei Zwischenfällen sollten Helfer (Feuerwehr etc.) jederzeit eintreten können, ohne dass sie gefährdet werden. Das kann mit einem Schlüssel und einer Notausschaltvorrichtung hinter Glas am Eingang zum abgegrenzten Bereich realisiert werden.

Fenster, durch welche Laserstrahlung nach aussen dringen könnte, sind so zu verdecken, dass sie in bezug auf die verwendete Wellenlänge eine ausreichende Strahlungsfestigkeit aufweisen. Darf der baulich abgegrenzte Laserbereich nur mit aufgesetzter Laserschutzbrille betreten werden, so sollte der Eingang als Schleuse ausgebildet sein.

Steht keine bauliche Abgrenzung zur Verfügung, so gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, um das geforderte Schutzziel zu erreichen, nämlich von der reinen Bewachung bis hin zur Verwendung von Stellwänden, Schweissvorhängen, Überziehen von Fenstern mit Sperrfolien (siehe dazu AS-Formular 279: Aufziehfolien als Schutz vor Laser-Streustrahlung) etc. In all diesen Fällen ist die Wirksamkeit der ausgewählten Materialien durch Tests zu belegen (Eigenzertifizierung). Mit einem Sicherheitsbericht ist zu begründen, dass die gewählte Abgrenzvariante das verlangte Schutzziel erfüllt.

#### 4 Die wichtigsten Anforderungen und Schutzmassnahmen

- Kennzeichnung  
Der Laserbereich und der Zugang zum Laserbereich sind gleich zu kennzeichnen wie die dazugehörigen Lasereinrichtungen.  
"An den Eingängen zu Bereichen oder von Schutzabdeckungen, in denen sich Lasereinrichtungen der Klasse 3B oder 4 befinden, sollten geeignete Laser-Warnschilder angebracht sein." (Lasernorm EN 60825-1, 2002, Ziffer 10.5, vgl. auch Ziffer 5.9, Schilder für Abdeckungen.)
- Schalteinrichtung  
Die Lasereinrichtung ist so aufzustellen und einzurichten, dass sie jederzeit gefahrlos betrieben werden kann. Die Schalteinrichtung ist so anzuordnen, dass der Benutzer durch die Strahlung nicht gefährdet wird.
- 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 durchführbar, sollte der Strahlweg umschlossen oder abgeschirmt sein. Auch die Zielregion ist so zu umkleiden, dass möglichst wenig Streulicht nach aussen gelangen kann. Wegen Brandgefahr sind bei Lasereinrichtungen der Klasse 4 nur stabil installierte Aufbauten erlaubt. Der Laser sowie sämtliche optischen Elemente sind so zu sichern, dass es unmöglich ist, sie versehentlich zu verschieben oder umzuwerfen.
- Beleuchtung  
Ausreichend helle Beleuchtung ist notwendig, da viele Schutzbrillen auch eine erhebliche Dämpfung im sichtbaren Spektralbereich bewirken. Zweckmässig ist die Installation eines Helligkeitsreglers, um bei Justierarbeiten 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. Nicht zur Lasereinrichtung gehören Utensilien, insbesondere brennbare sollten nicht im Laserbereich deponiert werden.

Im Folgenden werden die wichtigsten Vorsichtsmassnahmen der Lasernorm EN 60825-1 wörtlich zitiert:

- *Lasereinrichtungen der Klasse 3B:*  
*Laser der Klasse 3B sind potentiell gefährlich, falls ein direkter oder spiegelnd reflektierter Strahl in das ungeschützte Auge gelangt (direktes Blicken in den Strahl). Die folgenden Vorsichtsmassnahmen sollten getroffen werden, um das direkte Blicken in den Strahl und unkontrollierte, spiegelnde Reflexionen zu verhindern.*
  - a) *Der Laser sollte nur in einem überwachten Bereich betrieben werden.*
  - b) *Unbeabsichtigte spiegelnde Reflexionen sollten durch Vorsicht vermieden werden.*
  - c) *Der Laserstrahl soll, wo es möglich ist, am Ende seines zweckbestimmten Strahlengangs auf einem diffus streuenden Material enden. Farbe und Reflexionsvermögen des Materials müssen die Strahljustierung ermöglichen und gleichzeitig die Gefahren durch Reflexion möglichst niedrig halten.*
  - d) *Augenschutz ist notwendig, wenn eine Möglichkeit besteht, dass entweder der direkte oder der gespiegelte Strahl ins Auge gelangt oder diffuse Reflexion, die nicht die Bedingungen nach c) erfüllt, betrachtet werden kann.*

- e) *Die Zugänge zum Laser-Überwachungsbereich sollten mit dem Laser-Warnzeichen gekennzeichnet sein. (Ziffer 12.5.2)*
- *Lasereinrichtungen der Klasse 4:*  
*Lasereinrichtungen der Klasse 4 können entweder durch den direkten Strahl oder seine spiegelnde Reflexion sowie nach diffusen Reflexionen Schäden verursachen. Sie stellen auch eine mögliche Feuergefahr dar. Die folgenden Massnahmen sollten zusätzlich zu denen von Ziffer 12.5.2 zur Verringerung der Risiken angewendet werden.*
- a) *Die Strahlengänge sollten umschlossen werden, wenn dies praktisch möglich ist. Der Zugang zur Umgebung des Lasers während seines Betriebs sollte auf Personen beschränkt sein, die einen geeigneten Augenschutz und Schutzkleidung tragen.*
- Der Strahlengang sollte, wenn möglich, nicht durch den Arbeitsbereich führen, lange Abschnitte von Strahlrohren sollten so befestigt werden, dass Wärmeausdehnung, Schwingung und Bewegung aus anderen Anlässen in ihnen nicht wesentlich die Justierung der strahlformenden Komponenten beeinflussen.*
- b) *Lasere der Klasse 4 sollten fernbedient betrieben werden, wenn dies praktisch möglich ist, um auf diese Weise die Notwendigkeit für die Anwesenheit von Personen in der Umgebung des Lasers auszuschliessen.*
- c) *Gute Raumbelichtung ist wichtig für Bereiche, in denen Laserschutzbrillen getragen werden. Hell gefärbte diffuse Wandflächen helfen mit, diese Bedingung zu erfüllen.*
- d) *Feuer, durch Wärme verursachte unbeabsichtigte Ablenkung in optischen Komponenten und das Schmelzen und Verdampfen von Festkörpern, die dafür konstruiert sind, den Laserstrahl einzuschliessen, sind mögliche Gefährdungen, die von Strahlung der Lasereinrichtungen der Klasse 4 ausgehen können. Ein angemessener Strahlfänger sollte vorgesehen sein, vorzugsweise in Form eines gekühlten Metall- oder Graphitzieles. Sehr hohe Laserleistung kann durch Absorption der Strahlung über mehrere Spiegelungen gehandhabt werden, bei der jede reflektierende Oberfläche so zum einfallenden Strahl geneigt ist, dass die Laserleistung über ein grosses Gebiet verteilt wird.*
- e) *Besondere Vorkehrungen können notwendig sein, um unerwünschten Reflexionen im unsichtbaren Spektrum von Laser-Strahlung im fernen Infrarotbereich vorzubeugen; Strahl und Zielfläche sollten von Material umgeben sein, das für die Laserwellenlänge lichtundurchlässig ist (sogar matte Metalloberflächen können bei der CO<sub>2</sub>-Laserwellenlänge von 10,6 µm hochgradig spiegeln).*
- Örtliche Schutzschirme sollten, wenn praktikabel, verwendet werden, um die Ausbreitung gestreuter Strahlung zu verhindern.*
- f) *Die Justierung der optischen Komponenten im Strahlengang von Lasereinrichtungen der Klasse 4 sollte zu Beginn und in regelmässigen zeitlichen Abständen geprüft werden. (Ziffer 12.5.3)*

## **5 Materialbearbeitungslaser**

Lasermaterialbearbeitungsmaschinen sind in der Regel mit einem Vollschutzgehäuse ausgerüstet. Der gefährliche Strahl wird abgeschaltet, wenn das Schutzgehäuse geöffnet wird. Der Bearbeitungsprozess wird via Laserschutzfilter beobachtet.

Wenn der Bearbeitungsprozess die Verwendung eines Vollschutzgehäuses nicht zulässt, so muss die Maschine in einem baulich abgegrenzten Raum mit Zutrittskontrolle betrieben werden. Das anwesende Personal muss korrekt dimensionierte Laserschutzbrillen tragen.

Auf das Installieren in einem baulich abgegrenzten Raum kann verzichtet werden, wenn der direkte Blick in die Strahlaufftreffstelle (Plasma) durch Maschinen- und Werkstücke so verhindert wird, dass weder Direktstrahlung noch vagabundierende Laserstrahlung die Anwesenden gefährden können.

Im Wellenlängenbereich 700-1400 nm ist mit einer Infrarotkamera zusätzlich nachzuweisen, dass keine Streustrahlung mehr im Aufenthaltsbereich der Maschine vorhanden ist. Gegebenenfalls sind weitere Abschirmungen anzubringen.

## **6 Einsatz im Freien**

Wird beim Einsatz von Lasereinrichtungen der Klassen 3B und 4 der Luftverkehrsraum tangiert, so ist vorgängig die Zusage des zuständigen Flugsicherungsdienstes einzuholen.

Für die Verwendung von Lasereinrichtungen der Klassen 3R, 3B und 4 im Militär gelten die Weisungen der Gruppe Rüstung.

## **7 Information / Instruktion**

Personen, die mit Lasern der Klassen 3 B und 4 arbeiten, sind vor Aufnahme ihrer Tätigkeit über die Gefahren beim Umgang mit Lasereinrichtungen zu informieren und über das richtige Verhalten zu instruieren. Der Betreiber sollte sich von den instruierten Personen schriftlich bestätigen lassen, dass die Instruktion stattgefunden hat. Wichtige Arbeitsanweisungen sind in Kurzform am Arbeitsplatz anzuschlagen.

Die Information / Instruktion umfasst etwa folgende Themen:

- Wirkung der Laserstrahlen auf Augen und Haut
- Weitere Gefährdungsmöglichkeiten und Nebenwirkungen, z.B. Schadstoffe, Brand, Explosionen
- Verhaltensvorschriften und Arbeitsanweisungen
- Schutzmassnahmen und Schutzeinrichtungen
- Benützung von Schutzanzügen
- Kontrolle baulicher und apparativer Schutzeinrichtungen
- Verhalten im Störfall

Die Instruktion ist periodisch zu wiederholen

## **8 Deklaration**

Am Eingang zum Laserbereich ist die zutreffende Laserkennzeichnung (Laserwarn- und Klassenhinweiszeichen) anzubringen; es ist empfehlenswert, auch die technischen Daten zu deklarieren, aus denen die Art und Weise der Gefährdungen abgeleitet werden können (vgl. Ziffer 10.5, 5.8 und 5.9 der Lasernorm).

Mit Hilfe der nachfolgend aufgeführten Liste kann eine individuelle Deklaration erstellt werden:

Institut  
Laborbezeichnung  
Arbeitsprojekt  
Projektleiter/MA  
Laserklasse (n)  
Wellenlänge (n)  
Leistung (en)  
oder  
Impulsdaten (Energie, Dauer, Pulsrepetitionsfrequenz etc.)  
Wasserkühlung  
Gasflaschen  
Schadstoffabsaugung  
Laser-Deklaration am Eingang  
Laser-Deklaration an der Lasereinrichtung  
Zugangsbeschränkung für Unbefugte  
Laserschutzbrillen  
Laserjustierbrillen

Laserschutzfilter

## 9 Periodische Sicherheitskontrollen

Mit Hilfe der nachfolgend aufgeführten Liste kann eine individuelle Liste für die periodischen Sicherheitskontrollen erstellt werden:

Zustand des Laserbereichs  
Abgrenzung  
Zutrittssperre  
Warnlicht für Laserstrahlung (auch sicheren Zustand anzeigen!)  
Fenster und Türen mit Glas  
Not-Aus  
Überwachungsschaltkreise  
Hochspannung  
Strahlfänger  
Umschliessung des Laserstrahls  
offener Strahl auf Augenhöhe  
reflektierende Gegenstände

unnötige Gegenstände  
brennbare Flüssigkeiten und Gegenstände  
projektfremde Arbeitsplätze  
Feuerlöscher  
Fluchtweg  
Stolperstellen  
Kopfverletzungsstellen  
Relativbewegungen (Quetschstellen)  
Gasflaschensicherungen  
Schadstoffabsaugung  
Periodische Sicherheitsaudits