

# Schutzmaßnahmen für den Umgang mit Lasern

Aufgrund der besonderen **Eigenschaften** der Laserstrahlung und der sich daraus ergebenden **biologischen Wirkungen** sind besondere Schutz- und Vorsichtsmaßnahmen bei der Anwendung von Laserstrahlung erforderlich. Für die Festlegung der in jedem Einzelfall zu treffenden Maßnahmen werden die Laser entsprechend ihrem Gefährdungspotenzial in Klassen eingeteilt. Am wichtigsten sind Schutzmaßnahmen bei der Anwendung von leistungsstarken Lasern in der Technik und der Medizin, wo vor allem das Bedienungspersonal geschützt werden muss. Bedeutung für die allgemeine Bevölkerung haben Schutzmaßnahmen bei der Anwendung von Lasern in Diskotheken und in der Werbung bei sog. Lasershows sowie bei Laserpointern (siehe "**Anwendungen im Alltag und in der Technik**"). Maßgebend für die Einteilung der Lasereinrichtungen in die Klassen 1, 1 M, 2, 2 M, 3 R, 3 B und 4 sind die Unfallverhütungsvorschrift "Laserstrahlung" BGV B2 und die DIN-Norm EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1). In der Neufassung der DIN-Norm EN 60825-1 vom November 2001 wurde die Klassifizierung teilweise abgeändert. Nach wie vor werden die Lasereinrichtungen aber nach steigendem Gefährungsgrad eingeteilt, wobei die Gefährdung der Augen besonders berücksichtigt wird.

## Definition der Laserklassen mit kurzen Erklärungen (kursiv)

Laserklasse	Definition
Klasse 1	Die zugängliche Laserstrahlung ist unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen ungefährlich. <i>1. Laser, die so eingekapselt sind, dass ein Austritt von Strahlung vollständig verhindert wird.</i> <i>2. Laser mit sehr geringer Leistung (40 µW für blaues Licht). Diese Laser verursachen auch bei längerer Bestrahlung keine Schäden am Auge, selbst dann nicht, wenn optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) in den Strahlengang gehalten werden.</i>
Klasse 1M	Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 4 000 nm. Die zugängliche Laserstrahlung ist für das Auge ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird!  <i>Der Laser muss bei Bestrahlung des freien Auges ungefährlich sein. Wenn sich aber bei der Bestrahlung optische Instrumente im Strahlengang befinden, können Augenschäden auftreten.</i>
Klasse 2	Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) ungefährlich auch für das Auge. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 - 700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1.  <i>Die Leistung der Laser der Klasse 2 ist auf 1 mW begrenzt. Das Auge ist durch den Lidschlussreflex, der aufgrund der Blendwirkung der Strahlung innerhalb von 0,25 s eintritt, vor Schädigungen bei einem zufälligen kurzzeitigen Hineinschauen in die Strahlung ausreichend geschützt. Dies gilt auch, wenn sich eine Lupe oder ein Fernglas im Strahlengang befinden. Absichtliches, anhaltendes Schauen in den Strahlengang sollte vermieden werden.</i>  <i>Wenn der Laser auch Strahlung anderer Wellenlänge aussendet, muss sie für das Auge völlig ungefährlich sein.</i>
Klasse 2M	Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm. Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) für das Auge ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird! Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 - 700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1 M.

	<i>Laser mit niedriger Leistung bis 1 mW. Sie sind für das freie Auge aufgrund des Lidschlussreflexes ungefährlich. Wenn sich aber bei der Bestrahlung eine Lupe oder ein Fernglas im Strahlengang befinden, können Augenschäden auftreten.</i>
Klasse 3R	Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 106 nm und ist gefährlich für das Auge. Die Leistung bzw. die Energie beträgt maximal das Fünffache des Grenzwertes der zulässigen Strahlung der Klasse 2 im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm.  <i>Die Laser dieser Klasse sind prinzipiell gefährlich für das Auge. Die Gefährlichkeit wird aber dadurch begrenzt, dass die Leistung im sichtbaren Bereich höchstens 5 mW betragen darf und außerhalb des sichtbaren Bereich höchstens das Fünffache der Leistung von Lasern der Klasse 1.</i>
Klasse 3B	Die zugängliche Laserstrahlung ist gefährlich für das Auge, und in besonderen Fällen auch für die Haut.  <i>Die Strahlung von Lasern der Klasse 3B (mittlere Leistung) ist für das Auge sowohl bei direkter Einwirkung als auch bei Einwirkung von gespiegelter Strahlung gefährlich. Im oberen Leistungsbereich können diese Laser auch die Haut schädigen. Die Leistung ist auf 500 mW begrenzt.</i>
Klasse 4	Die zugängliche Laserstrahlung ist sehr gefährlich für das Auge und gefährlich für die Haut. Auch diffus gestreute Strahlung kann gefährlich sein. Die Laserstrahlung kann Brand- und Explosionsgefahr verursachen.  <i>Laser der Klasse 4 sind Hochleistungslaser. Ihre Strahlung ist so intensiv, dass bei jeglicher Art von Exposition der Augen oder der Haut mit Schädigungen zu rechnen ist. Außerdem besteht bei Lasern dieser Klasse Brand- und Explosionsgefahr.</i>

Verantwortlich für die Einhaltung der Schutzmaßnahmen ist der Betreiber der Lasereinrichtung. Er hat u.a. dafür Sorge zu tragen, dass die Lasergeräte einer Laserklasse zugeordnet und entsprechend gekennzeichnet sind. Der Betrieb von Lasereinrichtungen der Klassen 3R, 3B und 4 muss beim Gewerbeaufsichtsamt und bei der Berufsgenossenschaft angezeigt werden. Beim Betrieb solcher Laser muss ein Laserbereich abgegrenzt und gekennzeichnet sein. Außerdem muss der Betreiber von Lasereinrichtungen der Klassen 3R, 3B und 4 sachkundige Personen als Laserschutzbeauftragte bestellen. Das Personal, das Lasereinrichtungen der Klassen 1M, 2, 2M, 3R, 3B oder 4 anwendet oder sich im Laserbereich von Lasern der Klassen 3R, 3B und 4 aufhalten kann, muss über die Wirkungen der Laserstrahlung und die erforderlichen Schutzmaßnahmen belehrt werden. Für den Betrieb von Lasereinrichtungen der Klassen 3R, 3B und 4 müssen vom Betreiber geeignete Laserbrillen, Schutzkleidung oder Schutzhandschuhe zur Verfügung gestellt werden. Auch für die Einhaltung der speziellen Sicherheitsanforderungen für den Betrieb der verschiedenen Lasertypen ist der Betreiber verantwortlich.

Bei Lasershows ist zu gewährleisten, dass die Besucher nicht gefährdet werden. Die Laserstrahlung muss z.B. so ausgerichtet werden, dass sich keine Personen im Strahl bzw. in reflektierter Strahlung aufhalten können.

Besondere Vorsicht ist bei Laserpointern geboten. Dabei handelt es sich um kleine Geräte (teilweise in Länge und Dicke eines Fingers), die z.B. bei Vorträgen und Diaprojektionen als optischer Zeigestab genutzt werden. Sie enthalten Laserdioden, die rotes Licht im Wellenlängenbereich zwischen 630 und 670 nm aussenden. Da die Geräte mittlerweile sehr preiswert herzustellen sind, gelangen sie zunehmend auch in die Hände von Kindern und Jugendlichen, die sie als Spielzeug benutzen und auch Mutproben damit veranstalten. Augenschäden sind dabei fast unausweichlich.

In der Regel sind die Laserpointer in Klasse 2 (siehe Tabelle "Definition der Laserklassen") einzuordnen, d.h. ihre Leistung ist auf 1 mW begrenzt. Sie sind bei kurzzeitigem Hineinschauen für das Auge ungefährlich, da durch die Blendwirkung innerhalb von 0,25 s der Lidschlussreflex ausgelöst wird. Laser der Klasse 1 sind aufgrund ihrer zu geringen Leistung für Laserpointer nicht geeignet.

Allerdings werden auch Laserpointer angeboten, deren Leistung nicht auf 1 mW begrenzt ist und die daher in eine höhere Laserklasse einzuordnen sind. Solche Laserpointer sind als potenziell gefährlich zu betrachten, da der Lidschlussreflex keinen ausreichenden Schutz bietet.

Um einer Schädigung der Augen vorzubeugen, lautet daher die wichtigste Regel beim Umgang mit Laserpointern:

Den Strahl nicht auf die Augen richten, bzw. nicht in den Strahl schauen!

Um einen unsachgemäßen Umgang mit Laserpointern durch Kinder zu vermeiden, sollten Laserpointer nicht als Spielzeug in die Hände von Kindern gelangen.

Außerdem ist zu fordern, dass nur Laserdioden, die höchstens in die Laserklasse 2 eingestuft sind, für Laserpointer verwendet werden. Laserpointer müssen, wie andere Lasereinrichtungen auch, entsprechend ihrer Laserklasse gekennzeichnet werden. Wenn der Laserpointer in eine Klasse höher oder gleich 2 einzuordnen ist, muss die Kennzeichnung durch den Hersteller am Gerät selbst erfolgen. In der Gebrauchsanleitung müssen Warnhinweise enthalten sein.

Wünschenswert wäre eine technische Weiterentwicklung der Laserpointer in Richtung auf Geräte, die eine Wellenlänge aussenden (z.B. grünes Licht, Wellenlänge 532 nm), für die das Auge empfindlicher ist als für rotes Licht. Damit wäre bei deutlich niedrigerer Leistung und damit niedrigerem Gefährdungspotenzial ein ausreichender Helligkeitseindruck zu erreichen.