

Lasersicherheit am D-PHYS

Allgemeine Bemerkungen

Laserstrahlung wird am Departement für Physik der ETH Zürich in vielen Bereichen eingesetzt. Ohne die richtigen Schutzmassnahmen kann der Umgang mit Laserstrahlung zu schweren Verletzungen des Auges und der Haut führen. Neben diesen primären Gefahren sind Laser auch sekundäre Gefahrenquellen, z.B. aufgrund von hohen Spannungen oder als Brandquelle. Dieses Merkblatt beschreibt, welche Vorsichtsmassnahmen am D-PHYS für die Installation und den Betrieb von Lasern vorgenommen werden sollten.

Die Hauptquelle dieses Merkblatts ist das Heft «Achtung: Laserstrahl!» der SUVA (66049), in welchem Lasersicherheit detailliert diskutiert wird, insbesondere auch für den Betrieb von Laserlaboren. Hier werden lediglich die wichtigsten Themen und Empfehlungen vorgestellt.

Der Koordinator für Laserschutz am D-PHYS berät Projektleiter bezüglich Richtlinien und Sicherheitsmassnahmen im Umgang mit Lasern. Bei weiteren Fragen und Anliegen unterstützt auch die SGU alle Mitarbeiter.

Laserklassen

Um das Gefahrenpotential zu charakterisieren sind Laser in verschiedene Laserklassen eingeteilt. Die folgende Tabelle führt diese Einteilung gemeinsam mit den am D-PHYS empfohlenen Schutzmassnahmen auf.

Klasse	Beschreibung	Schutzmassnahmen am D-PHYS
Klasse 1	Unter vernünftigen Betriebsbedingungen stellt ein Laser der Klasse 1 keine Gefahr dar. Die zugängliche Strahlung ist so schwach, dass eine Schädigung ausgeschlossen werden kann (z.B. weniger als 0.39 mW im Wellenlängenbereich 500 – 700 nm, oder weniger als 40 µW im Bereich 400 – 450 nm). Auch komplett umhaupte Hochleistungslaser von denen keine Strahlung nach aussen treten kann gehören zur Laserklasse 1.	– Nicht in den Strahl blicken, Strahl nicht auf eine Person richten.
Klasse 1M	Laser mit einem zugänglichen Strahl, der entweder aufgeweitet oder stark divergent ist, mit einer Dauerstrichleistung bis 0.5W und in einem Wellenlängenbereich von 302.5–4000nm. Die Pupille des Auges beschneidet den Strahl derart, dass nur ein Teilstrahl, der den Grenzwert von Klasse 1 nicht überschreitet, ins Augeninnere gelangt. Die Pupille macht den Laserstrahl «augensicher». Die Verwendung von Ferngläsern, Lupen oder Mikroskopen kann zu Augenschädigung führen.	– Nicht in den Strahl blicken, Strahl nicht auf eine Person richten. – Personen die mit optischen Instrumenten arbeiten (Linsen, Teleskope, Mikroskope) warnen.
Klasse 1C	Spezifische Klasse für medizinische Laser. Obwohl diese Laser Strahlung welche der Klasse 4 entspricht emittieren, ist die zugängliche Strahlung der Klasse 1 entsprechend.	– Den Anweisungen des Herstellers ist Folge zu leisten.

Klasse 2	<p>Lasers der Schutzklasse 2 emittieren Licht im sichtbaren Spektrum (400–700 nm). Ein zufälliger Blick in den Strahl sollte zu keinen unmittelbaren Schäden führen, da der Lidschlussreflex innerhalb von 0.25 s das Auge schliesst. CW-Laser der Klasse 2 emittieren weniger als 1 mW Leistung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht in den Strahl blicken, Strahl nicht auf eine Person richten.
Klasse 2M	<p>Zugänglicher Strahl im sichtbaren Bereich (400–700 nm), entweder divergent oder stark aufgeweitet. Für den ganzen Strahl ist eine Strahlungsleistung von max. 0.5 Watt zulässig, aber nur max. 1 mW kann auf die Netzhaut des Auges gelangen. Die Verwendung von Ferngläsern, Lupen oder Mikroskopen kann zu Augenschädigung führen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht in den Strahl blicken, Strahl nicht auf eine Person richten. - Personen die mit optischen Instrumenten arbeiten (Linsen, Teleskope, Mikroskope) warnen.
Klasse 3R	<p>Lasers die im sichtbaren Bereich (400–700 nm) bis max. 5 mW (5× Klasse 2) abstrahlen; im übrigen Bereich den 5-fachen Grenzwert für Klasse 1. Der Strahl muss dabei nicht aufgeweitet sein. Der Strahl kann auch ohne optisches Instrument vor dem Auge die Netzhaut nach kurzer Einwirkzeit schädigen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Personal muss geschult werden. - Der offene Strahl darf nicht auf Augenhöhe (stehend oder sitzend) verlaufen. Der Arbeitsbereich muss also gegebenenfalls abgeschirmt werden. - Warnschilder müssen am Laboreingang angebracht werden. - Der Laser muss vor unauthorisiertem Betrieb durch einen Schlüsselschalter geschützt werden. - Laserschutzbrillen sind empfohlen.
Klasse 3B	<p>Lasers der Klasse 3B geben im Dauerbetrieb maximal 0.5 W Leistung ab. Sie 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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Personal muss geschult werden. - Die Arbeitsgruppe benötigt eine/n Laserschutzbeauftragte/n. - Die Arbeitsgruppe benötigt ein Sicherheitskonzept, das schriftlich festgehalten werden muss. - Lasers dürfen nur in baulich abgegrenzten Bereich betrieben werden, den keine Laserstrahlung verlassen kann. Das verwendete Material darf nicht reflektierend sein und muss der Strahlung widerstehen.
Klasse 4	<p>Alle Lasers die keiner tieferen Klasse zugeordnet werden können gehören der Klasse 4 an. Direkte und indirekte Strahlung dieser Lasers kann zu schwerwiegenden Verletzungen von Auge und Haut führen. Lasers der Klasse 4 stellen häufig eine Brandgefahr dar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Personal muss mit Laserschutzbrillen ausgestattet sein. - Zugang zum Laser muss kontrolliert sein. - Der Laser muss vor unauthorisiertem Betrieb durch einen Schlüsselschalter geschützt werden. - Warnschilder und Warnlampe müssen am Laboreingang angebracht werden. Der Betrieb des Lasers muss an das aufleuchten der Warnlampe gekoppelt sein.

Laserschutzbrillen

Laserschutzbrillen sind für den Umgang mit Lasern der Klasse 3B und 4 zwingend nötig und sind im Allgemeinen für den Umgang mit Lasern empfohlen. Die Brillen müssen so gewählt werden, dass sie vor der direkten Bestrahlung durch den Laser, nicht nur vor gestreutem Licht, schützen. Laserschutzbrillen müssen spezifisch für den jeweiligen Laser ausgewählt werden, unter Berücksichtigung der folgenden Parameter: Betriebsart (Dauerstrich, gepulst, ...), Wellenlänge, Leistung. Wenn mit unterschiedlichen Lasern gearbeitet wird, müssen die Schutzbrillen eindeutig identifiziert werden können (z.B. durch ein Farbschema).

Allgemeine Verhaltensregeln

Bei der Arbeit mit Laserstrahlung gelten die folgenden allgemeinen Regeln:

- **Niemals** in einen Laserstrahl blicken.
- Vermeiden, alleine mit einem Laser zu arbeiten (siehe auch Informationen der SGU).
- Bei Arbeiten mit Lasern der Klasse 3B und 4 immer für das Gerät geeignete Laserschutzbrillen tragen.
- Für eine gute Beleuchtung im Labor sorgen, da Laserschutzbrillen oft auch im sichtbaren Bereich stark abdunkeln.
- Das Labor ist (bei Verwendung von Lasern im unsichtbaren Infrarotbereich) mit einem Infrarot-Sichtgerät nach ungewollten Reflektionen und Strahlen abzusuchen.
- Alle Gegenstände wie Schmuck, Uhren, etc., die einen Laserstrahl reflektieren können müssen vor der Arbeit zur Seite gelegt werden. Nicht mit reflektierenden Werkzeugen (z.B. Schraubenzieher) in den Laserstrahl geraten.
- Das Labor ist übersichtlich und ordentlich einzurichten, so dass Fluchtwege stets frei sind.
- Laserstrahlen nicht auf Augenhöhe verlaufen lassen (für stehende und sitzende Personen). Laserstrahlen im Allgemeinen nicht senkrecht verlaufen lassen.
- Laserstrahlen dürfen nur innerhalb eines wohldefinierten Bereiches (typischerweise der optische Tisch) verlaufen. Alle anderen Strahlen müssen von Schutzwänden oder ähnlichem absorbiert werden.

Unfall

Da es bei einem Laserunfall zu einer Blutung in die Retina des Auges kommen kann, ist es wichtig schnell zu handeln. Hilfe rufen über die interne ETH Notfallnummer (888). In Begleitung sofort in die Notaufnahme der Augenklinik begeben:

Augenklinik
Universitätsspital Zürich
Frauenklinikstr. 24
8091 Zürich
Phone: +41 44 255 49 49

Laserschutzbeauftragter

Jede Forschungsgruppe, die einen Laser der Klasse 3B oder 4 verwendet, muss einen Laserschutzbeauftragte/n ernennen. Er oder sie ist verantwortlich für die Schulung der Mitarbeiter betreffend Lasersicherheit, bevor diese mit der Arbeit an einem Laser beginnen. Diese Schulung der Mitarbeiter hat jährlich stattzufinden und die Teilnahme ist schriftlich zu dokumentieren. Der/Die Laserschutzbeauftragte erstellt weiterhin ein schriftliches Sicherheitskonzept für die Arbeitsgruppe betreffend Laser und stellt sicher, dass die erforderlichen Schutzmassnahmen getroffen werden und die notwendige Schutzausrüstung vorhanden ist. Der Laserschutzbeauftragte selber kann z.B. in einem Kurs der SGU ausgebildet werden.

Inbetriebnahme von Lasern

Vor Inbetriebnahme eines neuen Lasers müssen zunächst alle Sicherheitsmassnahmen gemäss obiger Tabelle vorgenommen werden. Für die Aufbewahrung der Schlüssel für die Schlüsselschalter der Laser kann ein Schlüsselkasten oder ähnliches montiert werden. Die für die Signalisation an den Türen notwendigen Schilder und Warnlampen können im D-PHYS Shop bezogen werden.

Selbstgebaute und modifizierte Laser

Auch ein selbstgebauter Laser muss den nationalen Richtlinien entsprechen. Achten Sie darauf, dass der Laser mit den richtigen Warnschildern beschriftet ist und (wenn er in Klasse 3B oder 4 liegt) mit einem Schlüsselschalter ausgestattet ist. Weiterhin muss eine Betriebsanleitung erstellt werden. Die Anleitung für einen kommerziellen Laser kann hier eine gute Grundlage bieten.

Wer einen kommerziellen Laser auch nur minimal modifiziert, ist rechtlich gesehen der Vertreiber des Lasers. Auch hier ist darauf zu achten, dass der Laser korrekt beschriftet wird und dass die Betriebsanleitung entsprechend angepasst wird.