

Bergische Universität Wuppertal

Sicherheitshinweise zum Umgang mit Lasern in den Physikalischen Praktika

Laserstrahlung ist besonders gefährlich für die Augen und kann dabei Schädigungen bis hin zur Erblindung hervorrufen. Abhängig von der Laserleistung und der Wellenlänge der Strahlung werden verschiedene **Laserklassen** unterschieden, die jeweils auch andere Vorkehrungen - insbesondere zum Schutz der Augen - erfordern.

Laserklasse 1:

Zur Klasse 1 gehören solche Laser, die auch bei dauernder Bestrahlung unter den maximal zulässigen Bestrahlungswerten liegen. Laser der Klasse 1 sind ungefährlich (augensicher) und benötigen unabhängig von der emittierten Wellenlänge außer der entsprechenden Kennzeichnung auf dem Gerät keinerlei weitere Maßnahmen.

Laserklasse 1M:

Die zugängliche Laserstrahlung liegt in einem Wellenlängenbereich von 302.5 nm bis 4 000 nm. Die zugängliche Laserstrahlung ist für das Auge ungefährlich, solange der Strahlquerschnitt nicht durch optische Instrumente z.B. Lupe, Linsen oder Teleskope verkleinert wird, in diesem Fall kann eine den Klassen 3B oder 3R entsprechende Gefährdung auftreten.

Laserklasse 2:

Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0.25 s) auch für das Auge ungefährlich. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm haben Klasse 1. Zufällige kurzzeitige Einwirkung (bis 0.25 s) schädigen das Auge nicht, da der Lidschlussreflex das Auge automatisch ausreichend gegen längere Bestrahlung schützen kann. Klasse 2 Laser dürfen deshalb ohne weiteren Schutz eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass kein absichtliches Hineinschauen für eine Anwendung länger als 0.25 s erforderlich ist, oder (z.B. durch Medikamenteneinwirkung) der Lidschlussreflex unterdrückt ist. $P_{\text{Grenz}} = 1 \text{ mW}$, Kennzeichnung erforderlich.

Laserklasse 2M:

Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0.25 s) für das Auge ungefährlich, solange der Strahlquerschnitt nicht durch optische Instrumente verkleinert wird. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm entsprechen Klasse 1M.

Laserklasse 3A:

Die zugängliche Laserstrahlung wird für das Auge gefährlich, wenn der Strahlquerschnitt durch optische Instrumente verkleinert wird. Sie ist für das Auge ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird! Ist dies nicht der Fall, ist die ausgesandte Laserstrahlung im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm) bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0.25 s), in den anderen Spektralbereichen auch bei Langzeitbestrahlung, ungefährlich.

Anmerkung: Bei Lasereinrichtungen der Klasse 3A handelt es sich um Laser, die nach der alten Norm klassifiziert worden sind.

Laserklasse 3R:

Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302.5 nm bis 10^6 nm und ist gefährlich für das Auge. Deshalb muss eine entsprechende Kennzeichnung z.B. Warnsignal vorhanden sein und die Mitarbeiter müssen über die Gefahren informiert werden. Es müssen Schutzbrillen und Schutzhandschuhe getragen werden. Es muss ein Laserschutzbeauftragter bestellt sein (§6 BGV B2) und der Einsatz dieser Geräte gemeldet werden. Die Leistung bzw. die Energie beträgt maximal das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung für Klasse 2 (5 mW), in den übrigen Wellenlängenbereichen das fünffache des Grenzwertes für Klasse 1. Für cw Laser beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung 5 mW.

Laserklasse 3B:

Bei dieser Klasse ist der direkte Blick in den Strahl für das menschliche Auge sehr schädlich. Es treten irreversible Schäden auf. Die Haut wird bei kurzem Kontakt noch nicht geschädigt. Wenn entsprechende Laser im Einsatz sind, müssen Schutzbrillen in den betreffenden Räumen getragen werden. Desweiteren muss der Einsatz dieser Geräte durch eine von außen sichtbare Warnlampe signalisiert werden. Es müssen Schutzhandschuhe und Schutzbrillen getragen werden. Die Nutzung der Laser ist anzumelden, und es muss gemäß §6 BGV B2 ein Laserschutzbeauftragter bestellt werden. Die Leistungsgrenze im kontinuierlichen Betrieb liegt bei 500 mW

Ein Strahlbündel kann aber ohne Gefährdung sicher über einen diffusen Reflektor (Diffusor) betrachtet werden, wenn folgende Bedingungen **gleichzeitig** gelten:

- der minimale Beobachtungsabstand zwischen Schirm und Hornhaut des Auges ist 13 cm;

- die maximale Beobachtungsdauer 10 s.
- es treten keine gerichteten Strahlanteile auf, die ins Auge treten können

Ein Strahlenbündel kann und darf nur dann über einen Diffusor betrachtet werden, wenn keine gerichteten Strahlanteile auftreten. Bei einigen Lasern dieser Leistungsklasse ist auch eine Gefährdung der Haut durch die zugängliche Laserstrahlung möglich!

Laserklasse 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.

Anmerkung: Lasereinrichtungen der Klasse 4 sind in der Regel Hochleistungslaser, deren Ausgangsleistungen bzw. -energien die Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS) für Klasse 3 B übertreffen, d.h. > 500 mW. Die Laserstrahlung von Lasereinrichtungen der Klasse 4 ist so intensiv, dass bei jeglicher Art von Exposition der Augen oder der Haut mit Schädigungen zu rechnen ist. Außerdem muss bei der Anwendung von Lasereinrichtungen der Klasse 4 immer geprüft werden, ob ausreichende Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren getroffen sind; siehe auch §§ 10 und 16 der Unfallverhütungsvorschrift "Laserstrahlung".

Die meisten der in den Praktika verwendeten Laser sind den Klassen 2 und 2M zuzuordnen. Es werden aber auch Laser der Klasse 3B in den Praktika verwendet.

Verwendung von Schutz- und Justierbrillen

Laser ab der Schutzklasse 3B dürfen nur mit Schutz- und Justierbrillen bedient werden! Schutzbrillen absorbieren das Licht fast vollständig, d.h. der Laserstrahl und zum Beispiel Interferenzerscheinungen werden fast unsichtbar. Solche Brillen sind für Justierarbeiten daher nicht geeignet. Spezielle Justierbrillen absorbieren typisch etwa 90% und schützen so lediglich vor zufällig auftretender, diffuser Strahlung, nicht aber vor dem direkten Strahl! Für die Auswahl geeigneter Schutzbrillen ist eine Kenntnis der Laserleistung und der Wellenlänge notwendig, mehr Informationen sind der Unfallverhütungsvorschrift zu entnehmen.

Merke:

- Augenverletzungen durch Laser sind oft nur schwer als solche zu erkennen und zu diagnostizieren, weil das Krankheitsbild oft auch zu anderen Ursachen oder Schädigungen passt.
- Augenverletzungen durch Laser werden oft vom Verletzten gar nicht als solche wahrgenommen, weil es sich z.B. nur um geringfügige Verletzungen in der Peripherie der Retina handelt.
- Auch mit Schutzbrille sollte nicht in den gerichteten Laserstrahl geschaut werden.
- Räume, in denen Laser verwendet werden, sind durch Warnzeichen zu kennzeichnen!
- Das Betreten von gekennzeichneten Räumen ist nur einem befugten Personenkreis gestattet, gegebenenfalls auch erst nach einer Belehrung oder Einweisung.
- Der Arbeitsraum ist zu beleuchten, um eine Dunkeladaption des Auges und damit eine besondere Empfindlichkeit der Netzhaut entgegenzuwirken.
- Im Arbeitsraum sollten keine brennbaren oder explosiven Stoffe aufbewahrt werden.
- Die Versuchsanlage ist so abzuschirmen, dass gerichtete Primär- und/oder Sekundärstrahlung nicht austreten können.
- An jeder Lasereinrichtung ist, wenn notwendig, ein Hinweis anzubringen, auf dem auf die Art des zu nutzenden Augenschutzes hingewiesen wird.
- Reflektierende Flächen im Strahlengang sind zu entfernen oder abzudecken, notfalls auch mit matter Farbe zu streichen. Ebenso sollte der Experimentierraum mit einem hellen, matten Anstrich versehen sein.
- Im Arbeitsraum sollten keine blanken Gegenstände (Metalle, Glas, etc) herumstehen.
- Die Laseranlage sollte durch Not-Aus-Schalter und einen auch von außen bedienbaren Hauptschalter ausschaltbar sein.
- Der Betrieb von Lasern sollte außen durch ein entsprechendes Signallicht erkennbar sein.
- Vor dem Einschalten eines Lasers müssen alle im Raum befindlichen Personen davon in Kenntnis gesetzt werden.
- Ein in Betrieb gesetzter Laser darf nicht ohne Aufsicht bleiben.
- Schutzbrillen sollten regelmäßig und gewissenhaft auf mögliche Beschädigungen kontrolliert werden, insbesondere nach intensiver und energiereicher Bestrahlung.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an den zuständigen Praktikumsassistenten, Strahlenschutzbeauftragten oder den Strahlenschutzbevollmächtigten (D. Lützenkirchen-Hecht, Tel. -3103, dirklh@uni-wuppertal.de)