



Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

<http://www.ssk.de>

Gefährdungen durch Laserpointer

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 204. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 8./9. Dezember 2005

Veröffentlicht in: – Bundesanzeiger Nr. 75 vom 20. April 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Gefahren durch Laserpointer	3
3	Empfehlungen der Strahlenschutzkommission.....	3
4	Literatur.....	4
Anhang		
1	Laser.....	5
2	Lichtwahrnehmung	6
3	Gefährdung durch Laserstrahlung	8
4	Lasersicherheitsstandards und Klassifizierung.....	9
5	Laserklassen.....	9
6	Literatur.....	14

1 Einleitung

Laserpointer sind technische Geräte, die z.B. bei Präsentationen als optischer Zeigestock benutzt werden können. Die Palette verfügbarer Laserpointer wird durch neue Formen und Wellenlängen ständig erweitert.

Grundsätzlich kann Laserstrahlung Schäden am Auge verursachen, wenn die empfohlenen Grenzwerte überschritten werden. Messungen unterschiedlicher Institutionen an im Handel erhältlichen Laserpointern haben ergeben, dass diese Grenzwerte teilweise gefährlich (um mehr als eine Größenordnung) überschritten wurden und Laserpointer vielfach falsch bzw. überhaupt nicht klassifiziert waren.

Es muss festgestellt werden, dass sich am Markt die Tendenz fortsetzt, die Laserstrahlleistung auf den gefährlich hohen Wert von 5 mW anzuheben, und zwar entsprechend der seit 2001 neu eingeführten Laserklasse 3R, statt sie – wie von der Strahlenschutzkommission (SSK) 1998 empfohlen [SSK 98] – auf 1 mW zu begrenzen. Dies ist besonders bedenklich, weil neue Ergebnisse gezeigt haben, dass die bisherigen Annahmen über Schutzreflexe nicht ausreichend gegeben sind.

Zur Verminderung von Risiken, die mit der Verwendung von Laserpointern verbunden sein können, hat daher die Strahlenschutzkommission diese Empfehlung verabschiedet.

2 Gefahren durch Laserpointer

Die Sicherheitsphilosophie bei Lasern der Klasse 2 ging bisher davon aus, dass Pupillen-, Lidschlussreflex und Abwendungsreaktionen eine zufällige Bestrahlung des Auges durch einen Laserpointer in weniger als 0,25 s beenden, so dass beim kurzzeitigen Auftreffen eines Laserstrahls mit einer Leistung bis 5 mW [ICNIRP 99] kein Augenschaden (weder unmittelbar noch verzögert) zu erwarten ist. Auf Abwendungsreaktionen einschließlich des Lidschlussreflexes ist letztlich auch die Zeitbasis der Laserklasse 2 und der Laserklasse 3R im sichtbaren Wellenlängenbereich nach DIN EN 60825-1 [DIN 01, DIN 03] begründet. Die Unfallverhütungsvorschrift „Laserstrahlung“ BGV B2 [BGV 97] berücksichtigt die neuesten Ergebnisse noch nicht. In ihr wird der Lidschlussreflex sogar noch als alleiniger ausreichender Schutzmechanismus angesehen.

Bei Lasern der Klasse 3R können unter dem Aspekt eines fehlenden Lidschlussreflexes Augenschäden nicht mehr ausgeschlossen werden. Auch die ständigen Augenbewegungen, durch die die lokale Exposition der Netzhaut verringert wird, können eine Schädigung am Augenhintergrund nicht verhindern.

3 Empfehlungen der Strahlenschutzkommission

Die SSK stellt fest, dass das Risiko, durch am Markt befindliche Laserpointer einen Augenschaden zu erleiden, nicht ausgeschlossen werden kann. Darüber hinaus können durch Blendung erhebliche indirekte Gefahren auftreten. Aus diesem Grund gibt die SSK folgende Empfehlungen ab:

- Die SSK weist die für die Geräte- und Produktsicherheit zuständigen Behörden darauf hin, dass am Markt befindliche Laserpointer häufig nicht oder nicht richtig klassifiziert sind, und empfiehlt, eine verstärkte Marktüberwachung durchzuführen.

- Die SSK weist die Hersteller bzw. die verantwortlichen Inverkehrbringer auf ihre Verpflichtung hin, Laserpointer zum Schutz der Anwender richtig zu klassifizieren und deutlich zu kennzeichnen. Sie verweist auf die Verantwortung der Hersteller und auf ihre Haftung nach dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz.
- Die SSK weist die Hersteller auf ihre Verpflichtung hin, in die Benutzerinformation bzw. Gerätebeschreibung neben Hinweisen zur bestimmungsgemäßen Anwendung auch Warnhinweise zur Verhinderung von Gesundheitsschäden aufzunehmen.
- Die SSK warnt vor dem Kauf und der Verwendung nicht klassifizierter Laserpointer.
- Die SSK empfiehlt, im privaten Bereich Laserpointer der Klasse 1 zu verwenden.
- Die SSK verweist auf die Möglichkeit der weiteren Gefahrenreduzierung und empfiehlt, Laserpointer mit grünem Licht der Klasse 1 zu bevorzugen, da hier mit kleinerer Leistung größere Helligkeiten erreicht werden können.
- Die SSK warnt davor, im privaten Bereich Laserpointer mit Klassen höher als 2 zu verwenden.
- Die SSK fordert Eltern auf, wegen des erhöhten Gefährdungspotentials durch den direkten Blick in den Strahl Laserpointer nicht als Spielzeug zuzulassen und eigene Laserpointer sicher vor Kindern zu verwahren.
- Die SSK empfiehlt, auch im gewerblichen Bereich keine Laserpointer mit Klassen höher als 2 zu verwenden.

4 Literatur

- [BGV 97] Unfallverhütungsvorschrift BGV B 2 bzw. GUV-VB 2 „Laserstrahlung“ vom 1. Oktober 1988 i.d.F. vom 1. Januar 1997 mit Durchführungsanweisungen vom Oktober 1995, Köln 1997
- [DIN 01] DIN EN 60825-1:2001-11 „Sicherheit von Lasereinrichtungen, Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien (IEC 60825-1:1993 + A1:1997; Deutsche Fassung EN 60825-1:1994 + A11:1996 + A2:2001)“
- [DIN 03] DIN EN 60825-1:2003-10 „Sicherheit von Lasereinrichtungen, Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien (IEC 60825-1:1993 + A1:1997 + A2:2001; Deutsche Fassung EN 60825-1:1994 + A1:2002 + A2:2001)“
- [ICNIRP 99] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): ICNIRP Statement on Laser Pointers. Health Physics 77 (1999), 218 - 220
- [SSK 98] Strahlenschutzkommission: Gefahren durch Laserpointer; Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet auf der 152. Sitzung der SSK am 23./24.04.1998, veröffentlicht im BAnz Nr. 144 vom 06.08.1998

Anhang

1 Laser

Laser¹ sind Geräte, die kohärente optische Strahlen aussenden. Aufgrund der guten Bündelung der Strahlung ändert sich der Strahldurchmesser auch über relativ große Entfernungen hinweg nur wenig. Die Bestrahlungsstärke, d.h. die Leistung pro Fläche (Leistungsdichte) der Laserstrahlung verringert sich mit der Entfernung von der Quelle also nur wenig, daher kann der Strahl bei entsprechend hoher Leistung auch über größere Entfernungen noch gefährlich sein.

Zu den am Anfang weit verbreiteten, rotes Licht aussendenden Laserpointern sind inzwischen Modelle hinzugekommen, die grünes Licht emittieren. Die gegenwärtig verfügbaren Lichtfarben sind rot bei ca. 670 nm und bei ca. 650 nm, orange-rot bei ca. 635 nm oder grün mit 532 nm [ICNIRP 99]. Die rote Laserstrahlung wird mittels Laserdioden (Halbleiterlaser) und die grüne durch so genannte frequenzverdoppelte Dioden-gepumpte Festkörperlaser aus Neodym-dotiertem Yttrium-Aluminium-Granat (Nd:YAG) oder Nd-dotiertem Vanadat (Nd:Vanadat) erzeugt.

2 Lichtwahrnehmung

Sichtbare optische Strahlung (Licht) wird aufgrund der spektralen Empfindlichkeit der Sehzellen bei verschiedenen Wellenlängen unterschiedlich hell wahrgenommen. Lasergeräte, die eine Wellenlänge im Bereich des Maximums der spektralen Empfindlichkeit des Auges (grünes Licht, 555 nm) aussenden, erzeugen bei gleicher Leistung einen subjektiv wesentlich heller empfundenen Lichteindruck als andere Geräte. Bereits bei orange-roten Laserpointern mit einer Wellenlänge von 635 nm lässt sich ein ca. 7fach größerer Helligkeitseindruck erreichen als mit rotem Licht von ca. 670 nm. Zur Erzielung des gleichen Helligkeitseindrucks wie bei einem Laserpointer mit grünem Licht (532 nm) muss bei 670 nm bereits mehr als die zwanzigfache Strahlungsleistung aufgewendet werden (Tabelle 1).

Die nachstehende Tabelle 1 zeigt, welche Laserleistungen bei den verschiedenen Wellenlängen erforderlich sind, um mit dem jeweiligen Laserpointer den gleichen Helligkeitseindruck zu erzielen.

Tabelle 1: Erforderliche Laserleistungswerte für gleichen Helligkeitseindruck, bezogen auf 1 mW

<u>Wellenlänge</u> nm	<u>Laserleistung</u> mW
670	27,7
655	10,85
635	4,08
532	1

¹ Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung)

Bei grünem Licht reicht bereits eine Sendeleistung von 0,4 mW für eine gute Verwendbarkeit als Pointer aus. Tabelle 2 zeigt, dass bereits bei 635 nm ein Laser der Klasse 2 mit 1 mW nicht mehr ausreicht, um gleich hell empfunden zu werden. Es werden somit Leistungen erforderlich, die bei anzunehmenden Einwirkungsauern bis 30 000 s nach DIN EN60825-1 [DIN 03] bezüglich thermischer und fotochemischer Schädigung nicht mehr als unbedenklich betrachtet werden können.

Tabelle 2: Erforderliche Laserleistungen gleicher Helligkeitsempfindung, bezogen auf einen Klasse 1-Laser mit 0,4 mW bei 532 nm

<u>Wellenlänge</u>	<u>Laserleistung</u>
nm	mW
670	11,06
655	4,34
635	1,63
532	0,4

Bei 655 nm wäre bereits ein Laser nahe der Obergrenze der Gefahrenklasse 3R und bei 670 nm wäre sogar ein Klasse 3B-Laser erforderlich.

Anmerkung: Selbstverständlich gelten alle Vergleichszahlen nur unter vergleichbaren Bedingungen, d.h. entweder für den direkten Blick in einen Laserstrahl oder für die Wahrnehmung eines Laserstrahlflecks auf einer farbneutralen, d.h. weißen, Wand sowie unter der Annahme, dass die zugrundegelegte spektrale Helligkeitsempfindung (sog. $V(\lambda)$ -Kurve) auch noch bei den Leuchtdichten gilt, die den jeweiligen Laserstrahlleistungen entsprechen.

3 Gefährdung durch Laserstrahlung

Laserlicht ruft beim Auftreffen auf menschliches Gewebe prinzipiell gleiche Reaktionen hervor wie das Licht von konventionellen Lampen. Generell hängen die Gewebsreaktionen von Lichtintensität, Wellenlänge und Bestrahlungsdauer sowie von den optischen Eigenschaften des Gewebes, wie vor allem Reflexion, Streuung und Absorption, ab.

Der aus Hornhaut (Cornea), Kammerwasser und Linse bestehende dioptrische Apparat des Auges und der Glaskörper sind für Wellenlängen zwischen 400 nm und 1400 nm bis zu 90% transparent. Die hoch fokussierte Laserstrahlung stellt in diesem spektralen Bereich ein besonders hohes Gefährdungspotential dar, da sie wegen der Fokussiereigenschaften der Augenlinse mit einer erhöhten Bestrahlungsstärke auf die Netzhaut trifft. Die zusätzliche Erhöhung liegt in der Größenordnung bis zu 5×10^5 .

Da weniger als 5% der Strahlung von den Sehzellen absorbiert wird, trifft der überwiegende Teil auf die darunter liegende Pigmentschicht. Durch zu hohe Intensitäten sichtbarer Laserstrahlung können daher photochemische und thermische Wirkungen an der Netzhaut auftreten.

Kleinflächige thermische Schäden der Netzhaut werden vom Betroffenen meist nicht bemerkt, sind schmerzlos und führen nur dann zu einer merklichen Beeinträchtigung des Sehvermögens, wenn der sogenannte „gelbe Fleck“ schärfsten Sehens (Fovea centralis) betroffen ist.

Im Hinblick auf eine Gefährdung der Augen durch Laserstrahlung ist nicht die spektrale Helligkeitsempfindung maßgebend, sondern in erster Linie die Laserleistung bzw. die Bestrahlungsstärke auf der Netzhaut. Laserpointer mit physiologisch günstigeren Wellenlängen haben daher ein deutlich geringeres Gefährdungspotential als die notgedrungen leistungsstärkeren Laserpointer bei anderen Wellenlängen.

Die Sicherheitsphilosophie bei Lasern der Klasse 2 ging bisher davon aus, dass Pupillen-, Lidschlussreflex und Abwendungsreaktionen eine zufällige Bestrahlung des Auges durch einen Laserpointer in weniger als 0,25 s beenden. Neuere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass dieser Schutz bei jeder 5. Person fehlt, weil weder der Lidschlussreflex noch Abwendungsreaktionen innerhalb von 0,25 s auftreten [Rei 03]. Aus diesem Grund kann es selbst bei Lasern der Klasse 2, d.h. bereits bei einer maximalen Ausgangsleistung von 1 mW, bei längeren Einwirkungsauern als 0,25 s zu einer Überschreitung der maximal zulässigen Bestrahlung (MZB) und damit zu einer Gefährdung der Augen kommen [Rei 05]. Beim beabsichtigten Blick in den Laserstrahl, z.B. durch Kinder, können bereits bei relativ kurzer Expositionsdauer Blendungseffekte und Nachbilder auftreten, die mit sekundären Gefährdungen verbunden sein können.

Bei Lasern der Klasse 3R können unter dem Aspekt eines fehlenden Lidschlussreflexes auch direkte Augenschäden nicht mehr ausgeschlossen werden. Zum Beispiel kann es nach 60 s beim Blick in den Strahl eines Lasers der Klasse 3A (nach ANSI Z 136.1, [ANSI 00]), der nach DIN EN 60825-1 einem Klasse 3R-Laser entspricht, durchaus zu einem Schaden im Auge kommen. Dies wurde z.B. mit einem Laserpointer an einem menschlichen Auge gezeigt, wo Augenschäden sogar schon bei 3 mW ausgelöst werden konnten [Rob 05]. Auch die ständigen Augenbewegungen, durch die die lokale Exposition der Netzhaut verringert wird, können eine Schädigung am Augenhintergrund nicht verhindern.

4 Lasersicherheitsstandards und Klassifizierung

Laserpointer sind grundsätzlich nach der Norm „Sicherheit von Laser-Einrichtungen“, DIN EN 60825-1 [DIN 03], zu klassifizieren. Nach dieser Norm sollten nur Laser der Klasse 2 als Laserpointer in Verkehr gebracht werden, deren Leistung auf 1 mW begrenzt ist. Es ist davon auszugehen, dass bei einer Einwirkungsdauer unter 0,25 s nicht mit einer Schädigung des Auges zu rechnen ist. Am Markt gibt es aber auch Laserpointer, die als Laser der Klasse 3R klassifiziert sind. Deren Leistung ist bei Dauerbetrieb auf 5 mW begrenzt. In die gleiche Klasse können importierte oder aus dem Ausland mitgebrachte Laserpointer fallen, die ebenfalls wegen ihrer größeren Helligkeit zunehmend Verbreitung finden. Diese Laserpointer sind häufig nach dem amerikanischen Standard [ANSI 00] als Laser der Klasse 3a (IIIA bzw. IIIa) gekennzeichnet und entsprechen nach DIN der Laserklasse 3R. Bei gewerblicher Nutzung würden diese Laser sogar als potentiell gefährlich wie Laser der Klasse 3B eingestuft werden [BGI 03]. Laserpointer einer noch höheren Leistung sind als sicher gefährlich anzusehen.

Durch die Massenherstellung der Laserdioden ist es möglich geworden, Laserpointer sehr preiswert anzubieten. Diese werden häufig keiner oder einer unzureichenden Qualitätskontrolle unterzogen. Bei der stichprobenartigen Überprüfung am Markt befindlicher Laserpointer wurde festgestellt, dass diese Geräte häufig falsch klassifiziert waren und zum großen Teil der Laserklasse 3R bzw. 3B zuzuordnen waren. Sie waren somit als potentiell gefährlich bzw. ge-

fährlich einzustufen. Darüber hinaus wurden auf Laserpointern häufig auch keinerlei Angaben gefunden, das heißt, es fehlen die Klasseneinteilung sowie die Warn- und Sicherheitshinweise.

Die gewerbliche Nutzung von Lasern der Klasse 3R und 3B unterliegt Arbeitsschutzbestimmungen, u. a. dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz [GPSG 05] und der Unfallverhütungsvorschrift „Laserstrahlung“ [BGV 97]. Derartig gefährliche Laser sind den zuständigen Behörden und den Berufsgenossenschaften anzuzeigen. Für ihren Einsatz sind besondere Schutzmaßnahmen erforderlich (z.B. Warnschilder, Benutzung von Laser-Schutzbrillen, Benennung eines Laserschutzbeauftragten). Bei der privaten Verwendung von Lasern der Klasse 3R und 3B als Laserpointer können diese Schutzmaßnahmen verständlicherweise nicht realisiert werden. Dagegen lassen sich aber im gewerblichen Bereich durchaus organisatorische Maßnahmen, wie z.B. Unterweisungen, durchführen.

Nicht zuletzt auf der Grundlage des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes [GPSG 05] wurde in einer Stellungnahme der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) zur Risikobewertung von Lasern und LED der Klassen 2, 2M und 3A im sichtbaren Wellenlängenbereich, die sich an die Inverkehrbringer, Unfallversicherungsträger und an die für die Marktaufsicht zuständigen Behörden richtet, empfohlen, dass im privaten Bereich nur Produkte der Klassen 1 und 2 verwendet werden sollten [BAuA 05]. Darüber hinaus untersagt diese Stellungnahme den Einsatz von Lasern der Klassen 3R, 3B und 4 im privaten Bereich.

5 Laserklassen

Laser wurden bis zum Jahr 2001 entsprechend ihrem Gefährdungspotential in die Laserklassen 1, 2, 3A, 3B und 4 eingeteilt. Diese Klassifizierung aus der DIN-Norm wurde in die Unfallverhütungsvorschrift „Laserstrahlung“ BGV B2 übernommen und damit im Geltungsbereich der UVV rechtsverbindlich.

Im Jahre 2001 ist jedoch die grundlegend überarbeitete Norm DIN EN 60825-1 [DIN 01] erschienen, in der die Laserklassen zum Teil erheblich geändert worden sind. Um Laseranwender insbesondere im gewerblichen Bereich über die veränderten Laserklassen und die teilweise geänderten maximal zulässigen Bestrahlungswerte in Kenntnis zu setzen, wurde eine berufsgenossenschaftliche Information erarbeitet, die als eine Handlungsanleitung dafür zu betrachten ist, wie Laser mit neuer Klassifizierung entsprechend der gültigen BGV B2 anzuwenden sind.

Änderungen, die sich aus den neuen Klassen ergeben, sind:

Die neue Norm DIN EN 60825-1, Ausgabe November 2001 und auch die anschließend überarbeitete Ausgabe Oktober 2003 [DIN 03] enthalten eine Klassifizierung mit den Klassen 1, 1 M, 2, 2M, 3R, 3B und 4. Dabei bleiben die Klassen 1, 2, 3B und 4 gegenüber der bisherigen Norm weitgehend unverändert. Neu sind die zusätzlichen Klassen 1M, 2M sowie die Klasse 3R statt der bisherigen Klasse 3A.

Alte Klassifizierung		Neue Klassifizierung	
Klasse 1	<p>Die zugängliche Laserstrahlung ist unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen ungefährlich.</p> <p><i>Anmerkung: Die vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen sind beim bestimmungsgemäßen Betrieb eingehalten.</i></p> <p>Der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) der DIN EN 60825-1:2001-11 ist im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1400 nm zur Klassifizierung eines Lasers für Einwirkungs-dauern zwischen 100 s und 30 000 s gleich. Deshalb sind bei Langzeiteinwirkungen Belästigungen nicht auszuschließen.</p>	Klasse 1	unverändert übernommen
		Klasse 1M (neu)	<p>Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 4000 nm. Sie sind vergleichbar ungefährlich wie die Klasse 1, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird!</p> <p>Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können jedoch vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3R oder 3B auftreten.</p>

Alte Klassifizierung		Neue Klassifizierung	
Klasse 2	<p>Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei zufälliger kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) für das Auge ungefährlich. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des sichtbaren Bereiches müssen die Bedingungen für Klasse 1 erfüllen.</p> <p>Für kontinuierlich strahlende Laser der Klasse 2 beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) 1 mW, soweit es sich nicht um so genannte ausgedehnte Quellen handelt.</p>	Klasse 2	<p>unverändert übernommen</p> <p>Lasereinrichtungen der Klasse 2 dürfen ohne weitere Schutzmaßnahmen nur eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass weder ein absichtliches Hineinschauen für die Anwendung über längere Zeit als 0,25 s noch wiederholtes Hineinschauen in die direkte bzw. spiegelnd reflektierte Laserstrahlung erforderlich ist.</p> <p>Von dem Vorhandensein eines Lidschlussreflexes zum Schutz der Augen darf in der Regel nicht ausgegangen werden.</p>
		Klasse 2M (neu)	<p>Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm und ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) für das Auge vergleichbar ungefährlich wie ein Laser der Klasse 2, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupe, Linsen, Teleskope) verkleinert wird! Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1M.</p> <p>Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3R oder 3B auftreten.</p>

Alte Klassifizierung		Neue Klassifizierung	
Klasse 3A	<p>Die ausgesandte Laserstrahlung ist im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm) bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s), in den anderen Spektralbereichen auch bei Langzeitbestrahlung, ungefährlich.</p> <p>Die zugängliche Laserstrahlung wird für das Auge gefährlich, wenn der Strahlquerschnitt durch optische Instrumente (z.B. Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird.</p> <p>Bei Lasern der Klasse 3A, die nur im sichtbaren Spektralbereich emittieren, besteht eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasern der Klasse 2. Bei Lasern der Klasse 3A, die nur im nicht sichtbaren Spektralbereich emittieren, besteht eine vergleichbar geringe Gefährdung wie bei Lasern der Klasse 1.</p>	Klasse 3R (neu)	<p>Die zugängliche Laserstrahlung kann im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 10^6 nm liegen. Das Risiko eines Augenschadens wird dadurch verringert, dass der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) im sichtbaren Wellenlängenbereich (von 400 nm bis 700 nm) auf das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung für Klasse 2, in den übrigen Wellenlängenbereichen auf das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung für Klasse 1 begrenzt ist.</p> <p>Lasern der Klasse 3R sind für das Auge potentiell gefährlich.</p>

Alte Klassifizierung		Neue Klassifizierung	
Klasse 3B	<p>Die zugängliche Laserstrahlung ist gefährlich für das Auge, häufig auch für die Haut. (Eine Gefährdung der Haut durch die zugängliche Laserstrahlung besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 3B, wenn die Werte der maximal zulässigen Bestrahlung (MZB) überschritten werden.)</p> <p>Das direkte Blicken in den Strahl bei Lasern der Klasse 3B ist gefährlich.</p> <p>Über einen diffusen Reflektor kann der Strahl jedoch sicher betrachtet werden, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ der minimale Beobachtungsabstand zwischen Schirm und Hornhaut des Auges ist 13 cm,▪ die Beobachtungsdauer darf 10 s nicht überschreiten,▪ es treten keine gespiegelten Strahlanteile auf, die ins Auge treten können. <p>Ein Strahlenbündel kann nur dann über einen Diffusor betrachtet werden, wenn keine gespiegelten Strahlanteile auftreten.</p>	Klasse 3B	unverändert übernommen

Alte Klassifizierung		Neue Klassifizierung	
Klasse 4	<p>Lasereinrichtungen der Klasse 4 sind Hochleistungslaser, deren Ausgangsleistungen die Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS) für Klasse 3 B übertreffen.</p> <p>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. Es muss daher 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“.</p>	Klasse 4	unverändert übernommen

6 Literatur

- [ANSI 00] American National Standards Institute: ANSI Z136.1-2000, American National Standard for the Safe Use of Lasers. The Laser Institute of America, Orlando USA
- [BAuA 05] Stellungnahme zur Risikobewertung von Lasern und LED der Klassen 2, 2M und 3A im sichtbaren Wellenlängenbereich (400 nm bis 700 nm); Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund 18.01.05
- [BGI 03] BGI 832: Berufsgenossenschaftliche Information „Betrieb von Lasereinrichtungen“ – Anwendung der Unfallverhütungsvorschrift „Laserstrahlung“ BGV B2 auf neue Laserklassen und MZB-Werte nach DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1): 2003-10 (2003). C. Heymann Verlag, Köln
- [BGV 97] Unfallverhütungsvorschrift BGV B 2 bzw. GUV-VB 2 „Laserstrahlung“ vom 1. Oktober 1988 i.d.F. vom 1. Januar 1997 mit Durchführungsanweisungen vom Oktober 1995, Köln 1997
- [DIN 01] DIN EN 60825-1:2001-11 „Sicherheit von Lasereinrichtungen, Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien (IEC 60825-1:1993 + A1:1997; Deutsche Fassung EN 60825-1:1994 + A11:1996 + A2:2001)“
- [DIN 03] DIN EN 60825-1:2003-10 „Sicherheit von Lasereinrichtungen, Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien (IEC 60825-1:1993 + A1:1997 + A2:2001; Deutsche Fassung EN 60825-1:1994 + A1:2002 + A2:2001)“
- [GPSG 05] Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz – GPSG) vom 6. Januar 2004; BGBl I S.2, zuletzt geändert am 7. Juli 2005, BGBl I S. 1970
- [ICNIRP 99] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): ICNIRP Statement on Laser Pointers. Health Physics 77 (1999), 218 - 220
- [Rei 03] Reidenbach, H.-D.; Dollinger, K.; Hofmann, J.: Überprüfung der Laserklassifizierung unter Berücksichtigung des Lidschlussreflexes. Schriftenreihe d. BAuA Fb 985. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven 2003
- [Rei 05] Reidenbach, H.-D.; Dollinger, K.; Hofmann, J.: Results from two research projects concerning aversion responses including the blink reflex. SPIE 5688B Ophthalmic Technologies XV, Manns, F.; Söderberg, P.; Ho, A.; Stuck, B.E.; Belkin, M. (eds.) (2005), 199-207
- [Rob 05] Robertson, D.M.; McLaren, J.W.; Salomao, D.R.; Link, T.P.: Retinopathy from a green laser pointer; Arch. Ophthalmol. 123 (2005), 629 - 633