

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/2498d0eb-b7cf-3850-a117-96357605f932>

Bibliografie	
Titel	Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung TROS Laserstrahlung Teil: Allgemeines
Redaktionelle Abkürzung	TROS Laser Teil Allgemeines
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	Keine FN

Anhang 4 TROS Laser Teil Allgemeines - Laserklassen

(1) Die Definition der Laserklassen ist insbesondere für die Gefährdungsbeurteilung wichtig.

(2) Laser wurden und werden je nach Datum ihrer Herstellung entsprechend den, zum Zeitpunkt der Bereitstellung auf dem Markt anzuwendenden, technischen Anforderungen klassifiziert.

Hinweis:

Das Klassifizierungssystem hat sich in der Vergangenheit mehrfach geändert. Dies ist bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. Ein Beispiel ist die Laserklasse 3A, die für seit 2004 neu auf dem Markt bereitgestellte Laser keine Anwendung mehr findet.

(3) Laser werden in der Regel gemäß DIN EN 60825-1 klassifiziert.

Hinweis 1:

Nach den Regelungen zur Produktsicherheit ist es auch möglich, dass ein nicht nach der obigen Norm klassifizierter Laser vorliegt (z. B. ein Prototyp). Dann sind die Vorgaben des Herstellers zu beachten. (Noch) nicht klassifizierte Entwicklungsmuster und Prototypen sind in Anlehnung an die entsprechenden Laserklassen zu betrachten.

Hinweis 2:

Eine Verpflichtung zur Klassifizierung von verwendungsfertigen Laser-Einrichtungen besteht gemäß DGUV Vorschrift 11 (vormals BGV B2/GUV-V B2 bzw. VBG 93) "Laserstrahlung" seit 1988.

(4) Die im Folgenden aufgeführten Erläuterungen geben eine Hilfestellung zu den Definitionen der Laserklassen nach DIN EN 60825-1.

A4.1

Erläuterungen zu den Laserklassen gemäß DIN EN 60825-1:2008-05 und Ergänzungen zur früheren Laserklasse 3A sowie zur neuen Laserklasse 1C

Allgemeines

(1) Laser-Einrichtungen werden im Allgemeinen nach der Lasernorm DIN EN 60825-1 klassifiziert. Die Laser werden in dieser Norm entsprechend ihrer Gefährlichkeit für den Menschen in Laserklassen eingeteilt. Die Zuordnung zu einer bestimmten Laserklasse soll für die Anwender die mögliche Gefährdung sofort ersichtlich machen und auf geeignete Schutzmaßnahmen hinweisen. Das Potenzial der Gefährdung steigt mit steigender Laserklasse: Je höher ein Laser klassifiziert ist, desto größer ist die Gefahr, die von ihm ausgehen kann. Für die Zuordnung eines Lasers zu einer bestimmten Laserklasse ist der Hersteller verantwortlich.

(2) In der internationalen Lasernorm IEC 60825-1 aus dem Jahr 2001, die unverändert in die europäische Norm EN 60825-1 und damit auch in die nationale deutsche Norm DIN EN 60825-1:2001-11 übernommen wurde, sind die damaligen Laserklassen 1, 2, 3A, 3B und 4 neu geordnet worden. Die Einteilung gemäß DIN EN 60825-1:2008-05 sieht sieben Laserklassen vor (1, 1M, 2, 2M,

3R, 3B und 4). Es wurden drei neue Laserklassen (1M, 2M und 3R) eingeführt, die Laserklasse 3A entfiel. In der Norm sind die Definitionen für die einzelnen Laserklassen zu finden. Allerdings kann man aus diesen formalen Definitionen nur wenige Erkenntnisse für eine Gefährdungsbeurteilung entnehmen. Eine Pflicht zur Neuklassifizierung vorhandener Laser-Einrichtungen nach den neu eingeführten Laserklassen besteht nicht.

Hinweis:

Die DIN EN 60825-1:2015-07 (VDE 0837-1:2015) sieht neue MZB-Werte für die Klassifizierung sowie eine neue Laserklasse 1C vor. Bei der so neu definierten Laserklasse 1C können insbesondere bei gepulster Laserstrahlung die Expositionsgrenzwerte der OStrV deutlich überschritten werden. Bei der Verwendung von Lasern, die so klassifiziert wurden, müssen geeignete Schutzmaßnahmen wie bei den Laserklassen 3R und 3B erforderlichenfalls auch Laserklasse 4 getroffen werden.

Unter bestimmten Betriebsbedingungen können bei der Laserklasse 1 gemäß DIN EN 60825-1:2015-07 die Expositionsgrenzwerte für gepulste Laserstrahlung oder für Laserstrahlung im Bereich zwischen $1200 \text{ nm} \leq \lambda \leq 1400 \text{ nm}$ um Größenordnungen überschritten werden.

Laserklasse 1

Die zugängliche Laserstrahlung ist unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen ungefährlich.

Hinweis 1:

Die vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen sind beim bestimmungsgemäßen Betrieb eingehalten.

Hinweis 2:

Laser-Einrichtungen der Klasse 1 sind auch sicher, wenn eine Bestrahlung unter Benutzung optischer Instrumente, wie z. B. Ferngläsern, stattfindet.

Hinweis 3:

Bei Laser-Einrichtungen der Klasse 1, die im sichtbaren Spektralbereich emittieren, können z. B. Blendung, Beeinträchtigung des Farbsehens, Irritationen und Belästigungen nicht ausgeschlossen werden.

Hinweis 4:

Die Laserklasse 1 umfasst auch sogenannte Hochleistungslaser, die voll gekapselt sind, sodass während des Normalbetriebes keine möglicherweise gefährliche Laserstrahlung zugänglich ist.

Laserklasse 1C (gemäß DIN EN 60825-1:2015-07)

Jede Laser-Einrichtung, die ausschließlich für die Anwendung an der Haut oder dem Gewebe (mit Ausnahme der Augen) in direktem Kontakt bestimmt ist und die nachfolgenden Bedingungen erfüllt, wird als Laser-Einrichtung der Klasse 1C klassifiziert:

- Während des Betriebs wird eine Augengefährdung durch konstruktive Maßnahmen verhindert, d. h. beim Entfernen des Lasers/Applikators von der Haut oder dem Gewebe wird die zugängliche Laserstrahlung gestoppt oder auf ein Niveau unterhalb der GZS der Laserklasse 1 reduziert. Die Bestrahlungsstärke oder Bestrahlung kann während des Betriebs und im direkten Kontakt mit der Haut bzw. mit dem Gewebe mit Ausnahme der Augen den MZB-Wert (gemäß DIN EN 60825-1:2015-07) übersteigen, sofern es für die vorgesehene Behandlungsprozedur notwendig ist.
- Die Laser-Einrichtung genügt den Anforderungen der anzuwendenden vertikalen Normen.

Hinweis:

Da die abgegebene Strahlung den zutreffenden Expositionsgrenzwert für die Haut deutlich überschreitet, kann der Strahlausgang eines Lasers der Klasse 1C gefährlich für das Zielgewebe sein.

Laserklasse 1M

Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 4 000 nm, d. h. in dem Spektralbereich, bei dem die meisten in optischen Instrumenten verwendeten Materialien weitgehend transparent sind. Die zugängliche Laserstrahlung ist für das bloße Auge ungefährlich, solange der Strahlquerschnitt nicht durch optische Instrumente, wie z. B. Teleskope, verkleinert wird.

Hinweis 1:

Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Laser-Einrichtungen der Klasse 1M eine vergleichbare Gefährdung wie bei Laser-Einrichtungen der Klasse 1.

Hinweis 2:

Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei den Laserklassen 3R oder 3B auftreten.

Hinweis 3:

Bei Laser-Einrichtungen der Klasse 1M, die im sichtbaren Spektralbereich emittieren, können z. B. Blendung, Beeinträchtigungen des Farbsehens, Irritationen und Belästigungen nicht ausgeschlossen werden.

Laserklasse 2

Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei kurzzeitiger Expositionsdauer (bis 0,25 s) auch für das Auge ungefährlich. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm erfüllen die Bedingungen für Laserklasse 1.

Hinweis 1:

Bei Laser-Einrichtungen der Klasse 2 ist das Auge bei zufälliger, kurzzeitiger Einwirkung der Laserstrahlung, d. h. bei Expositionsdauern bis 0,25 s, nicht gefährdet. Laser-Einrichtungen der Klasse 2 dürfen deshalb ohne weitere Schutzmaßnahmen eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass für die Anwendung weder ein absichtliches Hineinschauen über längere Zeitdauern als 0,25 s, noch ein wiederholtes Hineinschauen in die Laserstrahlung bzw. in spiegelnd reflektierte Laserstrahlung erforderlich ist.

Hinweis 2:

Der absichtliche, direkte Blick (Hineinstarren) in den Strahl einer Laser-Einrichtung der Klasse 2 kann gefährlich sein.

Hinweis 3:

Von dem Vorhandensein des Lidschlussreflexes und von anderen Abwendungsreaktionen zum Schutz der Augen darf in der Regel nicht ausgegangen werden. Falls Laserstrahlung der Klasse 2 ins Auge trifft, erhöhen das bewusste Schließen der Augen und das sofortige Abwenden des Kopfes den Schutz vor einer Überexposition.

Hinweis 4:

Für kontinuierlich strahlende Laser der Klasse 2 beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) $P = 1 \text{ mW}$ (bei $C_E = 1$).

Hinweis 5:

Bei Laser-Einrichtungen der Klasse 2 können besonders bei geringer Umgebungshelligkeit durch den Blick in den Laserstrahl Irritationen, vorübergehende Blendung, Blitzlichtblindheit und länger andauernde Nachbilder verursacht werden. Durch diese indirekten Auswirkungen können mehr oder weniger starke Gefährdungen insbesondere bei Tätigkeiten auftreten, bei denen ein unbeeinträchtigtes Sehvermögen besonders wichtig ist, wie z. B. beim Arbeiten mit Maschinen oder beim Lenken bzw. Führen eines Fahr- oder Flugzeuges.

Laserklasse 2M

Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm. Sie ist bei kurzzeitiger Expositionsdauer (bis 0,25 s) für das bloße Auge ungefährlich, solange der Strahlquerschnitt nicht durch optische Instrumente, wie z. B. Teleskope, verkleinert wird. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm erfüllen die Bedingungen für Laserklasse 1M.

Hinweis 1:

Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Laser-Einrichtungen der Klasse 2M eine vergleichbare Gefährdung wie bei Laser-Einrichtungen der Klasse 2.

Hinweis 2:

Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei den Laserklassen 3R oder 3B auftreten.

Hinweis 3:

Bei Laser-Einrichtungen der Klasse 2M können besonders bei geringer Umgebungshelligkeit durch den Blick in den Laserstrahl Irritationen, vorübergehende Blendung, Blitzlichtblindheit und länger andauernde Nachbilder verursacht werden. Durch diese indirekten Auswirkungen können mehr oder weniger starke Gefährdungen insbesondere bei Tätigkeiten auftreten, bei denen ein unbeeinträchtigtes Sehvermögen besonders wichtig ist, wie z. B. beim Arbeiten mit Maschinen oder beim Lenken bzw. Führen eines Fahr- oder Flugzeuges.

Laserklasse 3A (anzuwenden bis März 1997)

Die zugängliche Laserstrahlung wird für das Auge gefährlich, wenn der Strahlquerschnitt durch optische Instrumente, wie z. B. Teleskope, verkleinert wird. Ist dies nicht der Fall, ist die ausgesandte Laserstrahlung im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm) bei kurzzeitiger Expositionsdauer (bis 0,25 s), in den anderen Spektralbereichen auch bei Langzeitbestrahlung, ungefährlich.

Hinweis 1:

Bei Laser-Einrichtungen der Klasse 3A handelt es sich um Laser, die nach der DIN EN 60825- (bis Ausgabe März 1997) klassifiziert worden sind. Laser-Einrichtungen der Klasse 3A, die nur im sichtbaren Wellenlängenbereich emittieren, können wie solche der Klasse 2M behandelt werden. Laser-Einrichtungen der Klasse 3A, die nur im nicht sichtbaren Spektralbereich emittieren, können wie solche der Klasse 1M behandelt werden.

Hinweis 2:

Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Laser-Einrichtungen der Klasse 3A, die nur im sichtbaren Spektralbereich emittieren, eine vergleichbare Gefährdung wie bei Laser-Einrichtungen der Klasse 2. Bei Laser-Einrichtungen der Klasse 3A, die nur im nicht sichtbaren Spektralbereich emittieren, besteht eine vergleichbare Gefährdung wie bei Laser-Einrichtungen der Klasse 1.

Hinweis 3:

Bei Laser-Einrichtungen der Klasse 3A, die im sichtbaren Spektralbereich emittieren, können besonders bei geringer Umgebungshelligkeit durch den Blick in den Laserstrahl Irritationen, vorübergehende Blendung, Blitzlichtblindheit und länger andauernde Nachbilder verursacht werden. Durch diese indirekten Auswirkungen können mehr oder weniger starke Gefährdungen insbesondere bei Tätigkeiten auftreten, bei denen ein unbeeinträchtigtes Sehvermögen besonders wichtig ist, wie z. B. beim Arbeiten mit Maschinen oder beim Lenken bzw. Führen eines Fahr- oder Flugzeuges.

Laserklasse 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 zugänglichen Strahlung der Klasse 2 im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm und das Fünffache des Grenzwertes der Klasse 1 für andere Wellenlängen.

Hinweis 1:

Laser-Einrichtungen der Klasse 3R sind für das Auge potenziell ähnlich gefährlich wie Laser-Einrichtungen der Klasse 3B. Das Risiko eines Augenschadens wird dadurch verringert, dass der Grenzwert der zugänglichen Strahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich auf das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung für Laserklasse 2, in den übrigen Wellenlängenbereichen auf das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung für Laserklasse 1 begrenzt ist.

Hinweis 2:

Das Risiko einer Verletzung durch Laserstrahlung aus einer Laser-Einrichtung der Klasse 3R steigt mit der Expositionsdauer. Eine Exposition ist bei bewusster Augenbestrahlung gefährlich.

Hinweis 3:

Für kontinuierlich strahlende Laser der Klasse 3R beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung $P = 5 \text{ mW}$ (bei $C_E = 1$, siehe Teil 2) im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm.

Hinweis 4:

Bei Laser-Einrichtungen der Klasse 3R, die im sichtbaren Spektralbereich emittieren, können durch den Blick in den Laserstrahl Irritationen, vorübergehende Blendung, Blitzlichtblindheit und länger andauernde Nachbilder verursacht werden. Durch diese indirekten Auswirkungen können mehr oder weniger starke Gefährdungen insbesondere bei Tätigkeiten auftreten, bei denen ein unbeeinträchtigtes Sehvermögen besonders wichtig ist, wie z. B. beim Arbeiten mit Maschinen oder beim Lenken bzw. Führen

eines Fahr- oder Flugzeuges.

Hinweis 5:

Laser-Einrichtungen der Klasse 3R lassen sich sicher verwenden, wenn ein direkter Blick in den Laserstrahl unwahrscheinlich ist.

Laserklasse 3B

Die zugängliche Laserstrahlung ist gefährlich für das Auge, häufig auch für die Haut.

Hinweis 1:

Das direkte Blicken in den Strahl bei Lasern der Klasse 3B ist selbst dann gefährlich, wenn es nur kurzzeitig erfolgt.

Hinweis 2:

Ein Strahlbündel aus einer Laser-Einrichtung der Klasse 3B kann theoretisch sicher über einen geeigneten diffusen Reflektor betrachtet werden, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- der minimale Beobachtungsabstand zwischen diffusem Reflektor und Hornhaut des Auges beträgt mindestens 13 cm,
- die maximale Beobachtungsdauer beträgt höchstens 10 s und
- gerichtete Strahlanteile können nicht das Auge treffen.

Hinweis 3:

Bei vielen Diffusoren ist mit gerichteten Strahlanteilen zu rechnen, wodurch die Expositionsbedingungen ungünstiger werden.

Hinweis 4:

Eine Gefährdung der Haut durch die zugängliche Laserstrahlung besteht bei Laser-Einrichtungen der Klasse 3B, wenn die Expositionsgrenzwerte der Haut überschritten werden. Dies trifft in der Regel zu, wenn die Strahldurchmesser zu klein sind oder wenn der Laserstrahl fokussiert wird.

Hinweis 5:

Bei Laser-Einrichtungen der Klasse 3B kann es im Laserstrahl zum Entflammen entzündlicher Materialien kommen.

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.

Hinweis 1:

Laser-Einrichtungen der Klasse 4 sind Hochleistungslaser, deren Ausgangsleistungen bzw. -energien die Grenzwerte der zugänglichen Strahlung für Klasse 3B übertreffen.

Hinweis 2:

Die Laserstrahlung von Laser-Einrichtungen der Klasse 4 ist so stark, dass bei jeglicher Art von Exposition der Augen oder der Haut mit Schädigungen zu rechnen ist. Außerdem muss bei der Anwendung von Laser-Einrichtungen der Klasse 4 immer geprüft werden, ob ausreichende Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefährdungen getroffen sind.

A4.2

Anmerkung zur Nomenklatur

(1) Das M in den Laserklassen 1M und 2M ist abgeleitet von *magnifying optical viewing instruments*, d. h. vergrößernde optische Sehgeräte. Das R in Laserklasse 3R ist abgeleitet von *reduced* oder *relaxed requirements*, d. h. reduzierten Anforderungen sowohl für den Hersteller (z. B. werden kein Schlüsselschalter, kein Strahlfänger oder Strahlabschwächer und kein Verriegelungsstecker gefordert) als auch für den Benutzer. Das B für Laserklasse 3B hat historische Gründe, da in der Ausgabe der Norm vor der Änderung A2:2001 eine Laserklasse 3A existierte, die eine ähnliche Bedeutung hatte, wie jetzt die Laserklassen 1M und 2M.

(2) Bei den obigen Beschreibungen ist zu beachten, dass immer dann, wenn das Wort "gefährlich" verwendet wird oder wenn ein

Hinweis auf ein hohes Verletzungsrisiko auftaucht, Gefahr und Risiko nur in dem Bereich um den Laser existieren, wo die entsprechenden Expositionsgrenzwerte überschritten sind. Diese entsprechen sowohl den Expositionsgrenzwerten im Anhang 4.1 des Teils 2 der TROS Laserstrahlung als auch der Ausgabe DIN EN 60825-1:2008-05 [1]. Für eine Bestrahlung des bloßen Auges ist dieser Bereich durch den Augensicherheitsabstand NOHD begrenzt oder für gut kollimierte Laser der Klasse 1M und der Klasse 2M durch den erweiterten Sicherheitsabstand (ENOH), d. h. hierbei wird die Verwendung optisch sammelnder Instrumente berücksichtigt. Es ist möglich, dass bestimmte Laser-Einrichtungen der Laserklasse 3B oder 4 einen sehr kurzen Sicherheitsabstand haben, sodass für das Personal dieser Installationen oder Anwendungen außerhalb des Augensicherheitsabstandes kein Augenschutz erforderlich ist.

(3) Beispiele solcher Installationen sind richtungsveränderliche Laser oder Linienlaser, die an der Decke der Werkshalle montiert sind und ein Muster auf das Werkstück im Arbeitsbereich darunter projizieren. Auch wenn die Höhe der Leistung und das Ablenkungsmuster so ausgeführt sind, dass die Bestrahlung des Arbeitsplatzes unterhalb der Expositionsgrenzwerte und daher sicher ist, müssen Wartungs- und Serviceverfahren gesondert betrachtet werden. Zum Beispiel kann eine Bestrahlung in einem kürzeren Abstand gefährlich sein, wenn der Benutzer sich beispielsweise auf einer Leiter befindet und ein Laserstrahl-Austrittsfenster reinigt. Ein anderes Beispiel ist, dass, obwohl das Ablenkungsmuster sicher ist, eine Gefahr entsteht, wenn der Strahl nicht mehr abgelenkt wird. Außerdem gibt es für Laser-Einrichtungen der Klasse 4 einen Augensicherheitsabstand, der sich auf diffuse Reflexionen bezieht (obwohl dieser Augensicherheitsabstand wahrscheinlich von recht begrenzter Ausdehnung ist). Die Charakterisierung der Gefahr für einen speziellen Laser bzw. dessen Anwendung ist Teil der Gefährdungsbeurteilung.

(4) Prüfungen für die Klassifizierung sollen den ungünstigsten Fall erfassen und restriktiv sein, um sicherzustellen, dass eine Einrichtung einer niedrigen Laserklasse (z. B. Laserklasse 1) keine Gefahr für Auge oder Haut sogar in vernünftigerweise vorhersehbaren ungünstigsten Fällen darstellt. Infolgedessen kann eine Einrichtung der Laserklasse 3B oder 4 trotzdem so konstruiert sein, dass sie für den bestimmungsgemäßen Gebrauch als sicher angesehen werden kann, da die Gefahr nur in den ungünstigsten Fällen zugänglich wird. Zum Beispiel könnte die Einrichtung ein Schutzgehäuse (nach DIN EN 60825-4 [3]) haben, aber die Anforderungen an einen gekapselten Laser der Klasse 1 nicht erfüllen, da:

- das Schutzgehäuse die Prüfung nach DIN EN 60825-1 [1] für eine längere Zeitdauer nicht besteht (während für Geräte nach DIN EN 60825-4 [3] eine kürzere Bewertungsdauer verwendet werden kann);
- sie keine obere Abdeckung hat, aber für ein Umfeld, in dem sich keine Personen oberhalb der Schutzwand befinden, als sicher angesehen wird;
- sie keine automatische Überwachung eines begehbaren Zugangs hat. In einem kontrollierten Umfeld kann dies jedoch durch eine organisatorische Schutzmaßnahme mit individualisierten Verriegelungen, die ein Schließen der Tür verhindern, falls sich jemand in dem Gehäuse befindet, ersetzt werden. Das beeinflusst zwar nicht die Klassifizierung, stellt aber eine Maßnahme dar, die das gewünschte Sicherheitsniveau für den Benutzer erreicht.

(5) In Fällen, in denen die mit Laser-Einrichtungen der Klasse 3B oder 4 verbundene Gefahr auf den Bereich innerhalb des Gehäuses beschränkt ist, können organisatorische Schutzmaßnahmen ausreichend sein. Organisatorische Schutzmaßnahmen können auch für einen Laser ohne Abdeckung ausreichend sein oder dann, wenn die Schutzwand während einer länger andauernden Fehlersituation durchbrennen kann.

(6) Es gibt andere Beispiele, wo die Gefahren bei Lasern der Klasse 3B oder 4 nur in speziellen Situationen auftreten. Beispielsweise kann die Klassifizierung auf einem Zubehör, wie einer kollimierenden Linse, an einer stark divergenten Quelle für Lasertherapie mit niedriger Leistung beruhen. Diese Einrichtung kann aufgrund der aufgeschraubten Zubehörlinse als Laserklasse 3B klassifiziert sein, da die Linse einen möglicherweise gefährlichen kollimierten Strahl erzeugt. Ein Einsatz ohne das aufgeschraubte Zubehör würde jedoch einen divergenten Strahl erzeugen und sicher sein, d. h., die Expositionsgrenzwerte sind eingehalten. Ein Gefahrenbereich um den Laser würde also nur existieren, wenn das Zubehör aufgeschraubt ist.

A4.3

Grenzen der Klassifizierung

(1) Die Klassifizierung von Laser-Einrichtungen erfolgt konservativ und berücksichtigt den ungünstigsten Fall. Es gibt jedoch seltene Fälle, in denen Gefährdungen auftreten können, die über die Klassifizierung nicht abgebildet werden. Die Klassifizierung beruht auf drei Aspekten:

1. den GZS der verschiedenen Laserklassen;
2. den Messanforderungen bezüglich Messabstand, Blendendurchmesser und Grenz-Empfangswinkel, welche die verschiedenen Bestrahlungsbedingungen widerspiegeln sollen. Diese Messbedingungen legen für eine gegebene Laser-Einrichtung die zugängliche Strahlung fest, die mit dem GZS verglichen wird, um die Laserklasse zu

bestimmen;

3. den Prüfbedingungen, unter denen der GZS und die zugängliche Strahlung bestimmt werden. Dies schließt die Berücksichtigung vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlbedienungen ein. Ferner müssen Normalbetrieb, Wartung und Service unterschieden werden. Die Verwendung von Zubehör und von verschiedenen Konfigurationen der Einrichtung, die ohne Verwendung von Werkzeug erzeugt werden können, müssen berücksichtigt werden.

(2) Jeder dieser drei Aspekte hat einige implizite Annahmen. In seltenen Fällen treffen diese Annahmen nicht zu. Dann können Gefährdungen auftreten, die über die üblichen mit der Klassifizierung verbundenen Gefährdungen hinausgehen. Zum Beispiel beruht der GZS für die Laserklassen 1 und 1M für lange Einwirkungsauern auf der Annahme von Augenbewegungen eines nicht anästhetisierten Auges. Wird jedoch ein anästhetisiertes Auge während medizinischer Behandlungen lange bestrahlt, dann kann die Emission von Lasern der Klasse 1 zu möglicherweise gefährlicher Bestrahlung führen. Auch beruhen die Messanforderungen auf Annahmen und Bewertungen der Wahrscheinlichkeit einer Bestrahlung mit bestimmten Arten optischer Instrumente. So könnte zum Beispiel sogar ein kollimierter Strahl mit großem Durchmesser einer Laser-Einrichtung der Klasse 1 gefährlich sein, wenn er von einem großen Fernrohr aufgefangen wird. Jedoch ist die Wahrscheinlichkeit einer solchen zufälligen Bestrahlung des Auges aufgrund des kleinen Gesichtsfeldes des Fernrohrs normalerweise sehr gering. Eine andere Situation, die möglicherweise betrachtet werden muss, ist der Betrieb einer Einrichtung unter einer Bedingung, die für die Klassifizierung nicht betrachtet werden muss, in der aber trotzdem gefährliche Strahlung zugänglich werden könnte. Zum Beispiel ließe sich, obwohl eine kollimierende Linse vom Hersteller der Einrichtung nicht als Zubehör geliefert wird, ein divergenter Strahl einer Einrichtung der Laserklasse 1M oder 2M in einen kollimierten Strahl mit einem möglicherweise großen Gefährdungsabstand umwandeln, indem eine solche Linse an die Einrichtung angebaut wird. Dies würde jedoch als eine Änderung der Einrichtung angesehen werden. Die Klassifizierung ist zu überprüfen.

(3) Trotzdem soll sich der Hersteller dieser Grenzen bewusst sein, damit Warnungen in die Bedienungs-, Gebrauchs- bzw. Betriebsanleitungen für den Benutzer der Einrichtungen eingefügt werden können. Spezielle Beispiele solch möglicher Grenzen sind:

- kollimierte Strahlen großen Durchmessers von Laser-Einrichtungen der Klasse 1, 2 oder 3R, die mit großen Fernrohren betrachtet werden;
- stark divergente Strahlen von Laser-Einrichtungen der Klasse 1, 2 oder 3R, die mit Geräten hoher Vergrößerung betrachtet werden;
- Fernrohre und Ferngläser mit einer Vergrößerung von weniger als dem Siebenfachen. In diesem Fall sollte für Bedingung 1 die Winkelausdehnung α der Quelle, die verwendet werden darf (siehe DIN EN 60825-1:2008-05 [1], 8.3 c), oder alternativ die Verringerung des Grenz-Empfangswinkels (siehe DIN EN 60825-1:2008-05 [1], A4.3) gleich dem tatsächlichen Vergrößerungsfaktor sein, d. h. weniger als siebenfach;
- richtungsverändernde Strahlen, die mit einem Fernrohr betrachtet werden;
- wahrscheinliche Doppelfehlerbedingungen. Damit sind Fälle gemeint, in denen ein einzelner Fehler nicht zu zugänglicher Strahlung oberhalb der GZS führen würde. Wenn aber beide Fehler zur gleichen Zeit auftreten, kann dies der Fall sein. Wird erwartet, dass diese Fehler mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit auftreten, dann wäre die Wahrscheinlichkeit eines Doppelfehlers ausreichend hoch, sodass dieser Fall bei der Konstruktion des Gerätes betrachtet werden soll.
- Extrem kleine Strahldurchmesser (kleiner als 100 μm) bei gleichzeitig hoher Bestrahlungsstärke müssen gesondert behandelt werden. Die MZB müssen dann unter Berücksichtigung der realen Strahldurchmesser berechnet werden. Mit den derzeitigen Messvorschriften mit einer Messblende von 7 mm oder 1 mm können die resultierenden Gefährdungen (z. B. Netzhautgefährdung) nicht sicher ausgeschlossen werden.