

Ausgabe: Juli 2018  
GMBI 2018 S. 982 [Nr. 50–53]

<b>Technische Regeln zur Arbeitsschutz- verordnung zu künstlicher optischer Strahlung</b>	<b>TROS Laserstrahlung</b>	<b>Teil 1: Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung</b>
---	--------------------------------	--

Die Technischen Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (TROS Laserstrahlung) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Laserstrahlung wieder.

Sie werden vom **Ausschuss für Betriebssicherheit** unter Beteiligung des Ausschusses für Arbeitsmedizin ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Diese TROS Laserstrahlung, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung“ konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs die Anforderungen der Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung und der Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnungen erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

## Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
  - 2 Begriffsbestimmungen
  - 3 Grundsätze zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung
  - 4 Informationsermittlung
  - 5 Arbeitsmedizinische Vorsorge
  - 6 Durchführung der Gefährdungsbeurteilung
  - 7 Unterweisung der Beschäftigten
  - 8 Allgemeine arbeitsmedizinische Beratung
  - 9 Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsüberprüfungen
  - 10 Dokumentation
  - 11 Literaturhinweise
- Anhang 1 Beurteilung der Gefährdung bei Tätigkeiten mit Lasern für Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systeme (LWLKS)
- Anhang 2 Beispiele und wichtige Punkte für spezielle Gefährdungsbeurteilungen
- Anhang 3 Muster für die Dokumentation der Unterweisung

## 1 Anwendungsbereich

(1) Der Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung“ der TROS Laserstrahlung beschreibt die Vorgehensweise zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung nach § 3 der Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV). Sie konkretisiert die Vorgaben der OStrV innerhalb des durch §§ 5 und 6 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) vorgegebenen Rahmens.

(2) Die TROS Laserstrahlung gilt für Laserstrahlung im Wellenlängenbereich zwischen 100 nm und 1 mm.

(3) Unabhängig von den in dieser TROS Laserstrahlung beschriebenen Vorgehensweisen sind von dem Arbeitgeber die Beschäftigten oder ihre Interessenvertretung, sofern diese vorhanden ist, aufgrund der einschlägigen Vorschriften zu beteiligen.

## 2 Begriffsbestimmungen

In diesem Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung“ der TROS Laserstrahlung werden Begriffe so verwendet, wie sie im Teil „Allgemeines“ der TROS Laserstrahlung erläutert sind.

## 3 Grundsätze zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung

### 3.1 Allgemeines

Nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) sind Gefährdungsbeurteilungen an Arbeitsplätzen durchzuführen. Dabei sind alle Gefährdungen zu betrachten, die durch physikalische, chemische oder sonstige Einwirkungen am Arbeitsplatz vorliegen können. Damit sind nach § 3 Absatz 1 OStrV auch Gefährdungen einzu beziehen, die durch Expositionen gegenüber Laserstrahlung auftreten können. § 3 Absatz 1 OStrV legt die grundlegenden Anforderungen an die Gefährdungsbeurteilung fest, während § 3 Absatz 2 OStrV die zu berücksichtigenden Punkte im Detail nennt. Gefährdungsbeurteilungen sind nach § 3 Absatz 3 OStrV vor der Aufnahme einer Tätigkeit durchzuführen. Ebenso sind vorher die notwendigen Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik festzulegen. Näheres wird in Teil 3 „Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Laserstrahlung“ der TROS Laserstrahlung beschrieben. Die Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren. Die Durchführung und das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren. § 3 Absatz 4 OStrV legt Anforderungen an den Inhalt und die Form der Dokumentation sowie für ihre Aufbewahrungsfrist fest.

Hinweis:

Beim Umgang mit Laser-Einrichtungen handelt es sich allgemein um eine bewusste Nutzung der besonderen und z. T. einzigartigen Eigenschaften der Laserstrahlung. Alternative Verfahren oder Substitutionen sind daher zumeist ausgeschlossen. Gewöhnlich werden dafür kommerziell erworbene Laser-Einrichtungen benutzt. Für diese Laser-Einrichtungen sind zumeist auch Angaben zu möglichen Gefährdungen vom Wirtschaftsakteur (Hersteller, Bevollmächtigter, Händler oder Einführer) vorhanden, die dieser nach dem Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) beibringen muss. Deshalb kann sich der Arbeitgeber bei der Gefährdungsbeurteilung im Zusammenhang mit Laser-Einrichtungen vor allem auf die Angaben des Herstellers stützen. Schwerpunkt bilden dabei die auf dem Produkt ausgewiesenen Laserklassen ent-

sprechend einschlägiger Lasersicherheitsnormen (siehe Anhang 4 des Teils „Allgemeines“ der TROS Laserstrahlung).

### **3.2 Ermittlung und Bewertung von Laserstrahlung am Arbeitsplatz**

(1) Zunächst ist zu ermitteln, ob Beschäftigte Laserstrahlung ausgesetzt sind oder ausgesetzt sein können, von der eine Gefährdung der Sicherheit oder der Gesundheit ausgehen kann.

(2) Ist dies der Fall, so sind diese Gefährdungen zu bewerten und Schutzmaßnahmen abzuleiten. Dabei sind die verschiedenen Betriebszustände einer Lasereinrichtung zu berücksichtigen.

(3) Der Arbeitgeber hat hierzu die auftretenden Expositionen zu ermitteln und zu bewerten. Nach § 3 OStrV ist für die Beschäftigten in jedem Fall eine Gefährdung gegeben, wenn die Expositionsgrenzwerte überschritten werden. Es sind aber auch solche Gefährdungen zu betrachten, für die keine Expositionsgrenzwerte vorliegen (z. B. indirekte Auswirkungen – siehe Abschnitt 6.4 dieser TROS Laserstrahlung). Die Expositionsgrenzwerte sind im Anhang 4, Abschnitt 4.1 der TROS Laserstrahlung Teil 2 „Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung“ aufgeführt.

Hinweis:

Eine relevante Gefährdung hinsichtlich der Laserstrahlung geht zum Beispiel nicht von einem DVD-Brenner aus, wenn die Quelle der Laserstrahlung durch das Öffnen des Gehäuses nicht frei zugänglich ist.

### **3.3 Organisation und Verantwortung**

(1) Die Gefährdungsbeurteilung ist die systematische Beurteilung (Ermittlung und Bewertung) von Gefährdungen der Beschäftigten durch Laserstrahlung mit dem Ziel, erforderliche Maßnahmen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit festzulegen. Die Gefährdungsbeurteilung betrachtet alle voraussehbaren Arbeitsabläufe im Betrieb und umfasst alle Gefährdungsfaktoren.

(2) Der Ablauf der Gefährdungsbeurteilung wird in folgenden Prozessschritten durchgeführt:

1. Festlegen der zu beurteilenden Arbeitsbereiche und Tätigkeiten,
2. Ermitteln der Exposition; Ermitteln der mit der Laserstrahlung verbundenen möglichen indirekten Auswirkungen,
3. Bewerten der möglichen Gefährdungen durch Exposition oder indirekte Auswirkungen,
4. Festlegen konkreter Arbeitsschutzmaßnahmen (bei diesem Schritt ist die Rangfolge der Maßnahmen nach § 4 ArbSchG und §§ 4, 5 und 7 OStrV zu beachten),
5. Durchführen der Maßnahmen,
6. Überprüfen der Wirksamkeit der Maßnahmen und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung,
7. Fortschreiben der Gefährdungsbeurteilung.

(3) In der Regel erfolgt die Beurteilung der von Art, Ausmaß und Dauer der Exposition durch die Laserstrahlung abhängigen Gefährdungen unter ungünstigsten Konstellationen tätigkeitsbezogen anhand der vorliegenden Laserklasse. Hierbei sind alle Betriebszustände zu berücksichtigen, insbesondere auch Wartung, Service, Instandhaltung, Errichtung. Die Beurteilung der mit Laserstrahlung verbundenen Gefährdungen kann auch personenbezogen erfolgen. Dazu werden dann die personenbezogenen Expositionsszenarien bestimmt. Dies ist der Ausnahmefall für spezielle Arbeiten.

(4) Eine mögliche oder tatsächliche Gefährdung ist nicht gegeben, wenn die Expositionsgrenzwerte bei maximal anzusetzender Expositionsdauer nach OStrV von 30 000 Sekunden (8-Stunden-Tag) nicht überschritten werden können und auch keine Gefährdungen durch indirekte Auswirkungen gegeben sind sowie besondere Personengruppen (siehe Abschnitt 6.5) und besondere Anwendungen zusätzlich berücksichtigt wurden.

(5) Eine detaillierte Analyse ist notwendig, wenn Laser angewendet werden, die das Ziel haben, die Augen zu treffen (z. B. spezielle Datenbrillen oder Laser-Überwachungen). In der Regel müssen dann bei der Gefährdungsbeurteilung wegen möglicher vorübergehender Blendung bereits Expositionen zwischen  $0,025 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  und  $0,25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  berücksichtigt werden, die um viele Faktoren geringer als die Expositionsgrenzwerte sind. Eine genaue Analyse ist dann nur im Einzelfall möglich. In einem solchen Fall ist der Betriebsarzt oder ein Augenarzt mit entsprechenden Kenntnissen in die Gefährdungsbeurteilung einzubeziehen.

(6) Der Arbeitgeber darf bei möglichen Expositionen der Beschäftigten durch Laserstrahlung die Tätigkeit erst aufnehmen lassen, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung vorgenommen worden ist und die daraus abgeleiteten Schutzmaßnahmen umgesetzt sind.

(7) Die Gefährdungsbeurteilung muss erneuert werden, wenn sich die Arbeitsbedingungen maßgeblich ändern oder Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Vorsorge dies erfordern. Anlässe hierfür können insbesondere sein:

- Einsatz neuer oder zusätzlicher Laser-Einrichtungen,
- Änderung von Tätigkeiten, Arbeitsverfahren, Arbeitsumgebung oder Schutzmaßnahmen,
- Änderungen der OStrV oder des Technischen Regelwerkes,
- Änderungen des Standes von Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstiger gesicherter arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse,
- Mitteilungen von Beschäftigten, der Fachkraft für Arbeitssicherheit, dem Sicherheitsbeauftragten oder dem LSB, sofern vorhanden,
- Empfehlungen des Betriebsarztes oder des mit der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge beauftragten Arztes nach § 7 Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV).

(8) Die Gesamtverantwortung für die Gefährdungsbeurteilung liegt beim Arbeitgeber.

(9) Verfügt der Arbeitgeber nicht über die erforderliche Fachkunde und die entsprechenden Kenntnisse zur Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung, hat er sich nach § 5 Absatz 1 OStrV fachkundig beraten zu lassen. Diese Beratung kann beispielsweise der LSB oder die Fachkraft für Arbeitssicherheit durchführen. Die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung kann an eine oder mehrere fachkundige Personen delegiert werden. Dazu ist es erforderlich, dass die für den Arbeitgeber tätig werdenden Personen über die notwendigen betriebsspezifischen Kenntnisse verfügen, Einsicht in alle für die Gefährdungsbeurteilung erforderlichen Unterlagen nehmen können und im Besitz aller notwendigen Informationen sind.

(10) Im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung kann es notwendig werden, dass vor Aufnahme des Betriebs von Lasern ein LSB gemäß den Anforderungen des § 5 Absatz 2 OStrV schriftlich zu bestellen ist. Dies gilt ausdrücklich für die Unterstützung des Arbeitgebers bei der Überwachung des sicheren Betriebs von Lasern der Klasse 3R, 3B und 4. Unter Umständen ist die Bestellung eines LSB aber auch in anderen Fällen, z. B. beim Umgang mit nicht klassifizierten Lasern in Abhängigkeit von der tatsächlichen Gefährdung, empfehlenswert. Sofern bereits vorhanden, wirkt der LSB bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung mit und ist in die Wirksamkeitskontrolle der Schutzmaßnahmen eingebunden. Vom Arbeitgeber müssen seine Aufgaben, Rechte und Pflichten (u. a. Bereich, Laser) genau festgelegt werden.

Hinweis:

Beim Betrieb von Lasern der Klasse 1M und 2M kann es in besonderen Einzelfällen sinnvoll sein, dass vom Arbeitgeber hierfür ein LSB bestellt wird. Diese können z. B. gegeben sein, wenn beim Betrieb nicht ausgeschlossen werden kann, dass der Strahl mit optisch sammelnden Instrumenten gebündelt wird und beim jeweiligen Einsatz eine Überschreitung der Expositionsgrenzwerte nicht auszuschließen ist. Für diese Anwendungsfälle wird der LSB von der OStrV und diesen Technischen Regeln jedoch nicht gefordert.

(11) Werden für die Durchführung von Arbeiten in einem Betrieb Fremdfirmen beauftragt und besteht die Möglichkeit einer gegenseitigen Gefährdung durch Exposition gegenüber Laserstrahlung, haben alle betroffenen Arbeitgeber bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung zusammenzuwirken und sich abzustimmen. Näheres ist in § 8 ArbSchG geregelt.

(12) Die Gefährdungsbeurteilung muss auch Gefährdungen durch indirekte Auswirkungen von Laserstrahlung berücksichtigen, z. B.

- vorübergehende Blendung,
- inkohärente optische Sekundärstrahlung, z. B. bei der Lasermaterialbearbeitung (siehe TROS IOS),
- ionisierende Strahlung bei Ultrakurzpuls-Laserbetrieb (siehe Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) und zugehörige Verordnungen),
- Entzündung von brennbaren Stoffen (siehe Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)),
- entstehende Gefahrstoffe (siehe GefStoffV),

- Lärm durch die Wechselwirkung von Laserstrahlung (siehe Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV)) und
- virale Partikel bei der Bearbeitung von Gewebe (siehe Biostoffverordnung (BioStoffV)).

Hinweis:

Gefährdungen durch die Laseranlage selbst (z. B. elektrische Gefährdung, Gefährdung durch elektromagnetische Strahlung, Gefährdung durch die Lasergase, Gefährdung durch ionisierende Strahlung) sind nicht Gegenstand der OStrV und der TROS Laserstrahlung.

### **3.4 Fachkundige für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung**

(1) Fachkundige für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung im Sinne des § 5 Absatz 1 OStrV sind Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung oder Erfahrungen ausreichende Kenntnisse über die Gefährdungen durch Laserstrahlung haben. Sie sind auch mit den Vorschriften und Regelwerken soweit vertraut, dass sie die Arbeitsbedingungen und daraus resultierenden arbeitsplatzspezifischen Gefährdungen vor Beginn der Tätigkeit ermitteln und bewerten können. Der Fachkundige kann die Schutzmaßnahmen festlegen, bewerten und überprüfen.

(2) Umfang und Tiefe der notwendigen Kenntnisse sind häufig in Abhängigkeit von der zu beurteilenden Tätigkeit unterschiedlich. Fachkundige Personen für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung können zum Beispiel die Fachkraft für Arbeitssicherheit und ggf. der LSB sein.

(3) Die Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung verlangt Kenntnisse

1. der anzuwendenden Rechtsgrundlagen,
2. zu den physikalischen Grundlagen der Laserstrahlung,
3. der für die Beurteilung geeigneten Informationsquellen,
4. zu dem für die Beurteilung notwendigen Stand der Technik,
5. der Wirkungen von Laserstrahlung (auf die Augen, Haut und Materialien),
6. des Vorgehens bei der Beurteilung von Wechsel- oder Kombinationswirkungen von verschiedenen Laserstrahlungsquellen,
7. zu den Tätigkeiten im Betrieb, bei denen Personen Laserstrahlung ausgesetzt sein können,
8. der technischen, organisatorischen und personenbezogenen Schutzmaßnahmen (insbesondere Berechnung und Auswahl der Laser-Schutzbrillen, Laser-Justierbrillen und Schutzeinhausungen),
9. der alternativen Arbeitsverfahren,
10. der Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen und
11. der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung.

### **3.5 Fachkundige für die Durchführung von Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung**

(1) Messungen dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die über die dafür notwendige Fachkunde und die erforderlichen Einrichtungen verfügen. Der Fachkundige für die Durchführung von Messungen und Berechnungen muss je nach Situation über die unter Abschnitt 3.4 aufgelisteten Kenntnisse zur Gefährdungsbeurteilung verfügen. Darüber hinaus muss er zusätzliche Kenntnisse in der Laserstrahlungsmesstechnik nach dem Stand der Technik, über die Durchführung von Expositionsmessungen und die Beurteilung der Ergebnisse haben. Die Kenntnisse sind auf dem aktuellen Stand zu halten.

(2) Berechnungen dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die über die dafür notwendige Fachkunde verfügen.

(3) Die Kenntnisse für die Durchführung von Expositionsmessungen und -berechnungen am Arbeitsplatz können u. a. durch Teilnahme an einer geeigneten Fortbildungsveranstaltung von z. B. Technischen Akademien, Unfallversicherungsträgern oder ähnlichen Institutionen erworben und aufgefrischt werden.

### **3.6 Aufgaben, Rechte und Pflichten des Laserschutzbeauftragten (LSB)**

Wird bei der Gefährdungsbeurteilung festgestellt, dass ein Laser der Klasse 3R, 3B oder 4 betrieben werden soll, muss vom Arbeitgeber schriftlich ein LSB bestellt werden. Im Bestellschreiben müssen der Verantwortungsbereich und die zugehörigen Aufgaben sowie Abgrenzungen zu Aufgaben anderer klar definiert sein. Die Aufgaben, Rechte und Pflichten des LSB sind im Abschnitt 5 des Teils „Allgemeines“ der TROS Laserstrahlung näher beschrieben.

### **3.7 Gleichartige Arbeitsbedingungen**

Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen reicht in der Regel auch bei räumlich getrennten Arbeitsplätzen die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit aus. Tätigkeiten, die aufgrund der Arbeitsbedingungen als gleichartig angesehen werden, können zusammengefasst werden. Die Dokumentation kann arbeitsplatz- oder tätigkeitsbezogen, aber auch personenbezogen erfolgen. Bei einer arbeitsbereichsbezogenen Dokumentation muss nachvollziehbar sein, welchem Arbeitsbereich die Beschäftigten zuzuordnen sind. Die Anforderungen an die Dokumentation sind im Abschnitt 10 dieser TROS Laserstrahlung beschrieben.

## **4 Informationsermittlung**

### **4.1 Allgemeines**

(1) In den Abschnitten 4.2 bis 4.4 werden nur die Informationsquellen zu Gefährdungen durch direkte Auswirkungen dargestellt. Gefährdungen durch indirekte Auswirkungen von Laserstrahlung werden im Abschnitt 6.4 betrachtet.

(2) Hinweise zum Auftreten von Laserstrahlung am Arbeitsplatz befinden sich im Anhang 2 der TROS Laserstrahlung Teil „Allgemeines“.

## 4.2 Informationsquellen für die Gefährdungsbeurteilung

(1) Hersteller, deren Bevollmächtigte, Händler und Einführer gemäß Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) bzw. Inverkehrbringer nach Medizinproduktegesetz (MPG) sind dazu verpflichtet, entsprechende Unterlagen zu liefern, die alle zum sicheren Betrieb erforderlichen Informationen enthalten.

(2) Laser-Einrichtungen werden in der Regel kommerziell erworben. Im Allgemeinen hat der Wirtschaftsakteur (Hersteller, Bevollmächtigter, Händler oder Einführer) nach gesetzlichen Produktsicherheitsvorgaben bereits eine Klassifizierung der Gefährdungen nach international vereinbarten technischen Normen vorgenommen und eine bestimmte Laserklasse zugewiesen. Die Laserklassen sind mit verschiedenen konstruktiven Vorgaben, Informationspflichten und u. U. spezifischen Warnhinweisen verbunden. Die Laserklassen und weitere Informationen sind wichtige Ausgangspunkte für die Gefährdungsbeurteilung.

(3) Für den europäischen Wirtschaftsraum ist in der Regel eine Klassifizierung der Laser-Einrichtung durch den Hersteller, Bevollmächtigten oder Einführer nach den Normserien DIN EN 60825 [2, 3, 4] und DIN EN ISO 11553 [5, 6] (bei Laser-Maschinen) erforderlich. An erster Stelle steht dabei, ob im spezifischen Arbeitsumfeld ein Laserbereich entsteht. In den meisten Fällen wird es sich im Arbeitsumfeld um ortsfeste Einrichtungen handeln.

(4) Kann ein Laserbereich entstehen bzw. wird mit nicht klassifizierten Lasern gearbeitet, werden – je nach Laserart – für die Gefährdungsbeurteilung folgende Informationen benötigt: die Angaben zur

- Leistung,
- Energie,
- Strahldivergenz,
- Impulswiederholfrequenz,
- Wellenlänge,
- Augensicherheitsabstand,
- bei klassifizierten Lasern die Laserklasse.

(5) Für Maschinen muss eine Risikobeurteilung nach 9. ProdSV durch den Hersteller erfolgen. Sofern diese für den Arbeitgeber verfügbar ist, kann sie bei der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden (z. B. gibt der Hersteller oft den Sicherheits-Integritätslevel (SIL) oder Performance Level (PL) bekannt).

(6) Eine Besonderheit stellen vollständig eingehauste oder gekapselte Laser-Einrichtungen z. B. zur Materialbearbeitung oder Beschriftung dar. Da im bestimmungsgemäßen Normalbetrieb keine Laserstrahlung nach außen dringt, werden diese Einrichtungen vom Hersteller häufig der Laserklasse 1 zugeordnet.

(7) Bei Arbeiten, die nicht dem Normalbetrieb entsprechen (z. B. Service- oder Wartungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten) kann allerdings oft Laserstrahlung zugänglich bzw. mit Strahlungsgrößen umgegangen werden, die einer höheren Laserklasse entsprechen und zumeist neben den Gefährdungen durch direkte Auswirkungen auch ein großes sekundäres Gefährdungspotenzial besitzen können. Für diese Fälle ist eine gesonderte Gefährdungsbeurteilung notwendig, in deren Anschluss die Zuständigkeiten (u. a. Fremd- oder Eigenservice, Unterweisungen, Personenkreis etc.) und die Schutzmaßnahmen für diese Tätigkeiten geregelt werden [13].



**Hinweis:**

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist in jedem Fall festzulegen, ob Einstell- und Wartungsarbeiten in Eigenregie oder durch den Hersteller bzw. eine beauftragte Wartungsfirma durchgeführt werden. Im letzteren Fall, bei „Fremdwartung“, trägt die Wartungsfirma die Verantwortung für den Laserschutz während der Wartungsarbeiten. In der Gefährdungsbeurteilung ist festzulegen, wie die Zusammenarbeit mit dem Wartungspersonal im Einzelfall vor Ort organisiert und geregelt werden soll.

(8) Für die Gefährdungsbeurteilung sind vorzugsweise bereits vorhandene Messwerte (Laserdaten) heranzuziehen, die an den Arbeitsmitteln und unter den konkret vorliegenden Bedingungen im Betrieb erhoben worden sind (z. B. bei Showlasern). Aufgrund der Komplexität der Messungen wird insbesondere bei Materialbearbeitungslasern in der Regel auf die Herstellerdaten verwiesen. Genauere Informationen finden sich in der TROS Laserstrahlung Teil 2 „Messungen und Berechnungen von Expositionen durch Laserstrahlung“.

#### **4.3 Verfügbarkeit und die Möglichkeit des Einsatzes alternativer Arbeitsmittel und Ausrüstungen, die zu einer geringeren Gefährdung der Beschäftigten führen (Substitutionsprüfung)**

(1) Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung, dass Schutzmaßnahmen erforderlich sind, hat die Überprüfung der Einsatzmöglichkeit von alternativen Arbeitsverfahren, z. B. Laser kleinerer Leistung, anderer Wellenlänge oder Arbeitsverfahren mit niedrigerer Gefährdung, Vorrang vor anderen Maßnahmen.

(2) Das Ergebnis der Substitutionsprüfung wird in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung festgehalten. Beispielsweise können für Laser zu Projektionszwecken an Maschinen für fast alle Anwendungen Laser der Klasse 1, 2, 1M oder 2M eingesetzt werden. Laser der Klasse 3R, 3B oder 4 stellen hierfür die Ausnahme dar. Eine Substitution von Hochleistungslasern, z. B. in der Materialbearbeitung, ist in der Regel nicht ohne weiteres möglich.

#### **4.4 Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge**

Sofern Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge vorliegen, sind diese bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

### **5 Arbeitsmedizinische Vorsorge**

(1) Für Beschäftigte, die in Bereichen mit Laserstrahlung tätig sind, sieht die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) in Bezug auf die Exposition gegenüber Laserstrahlung weder eine Pflicht- noch eine Angebotsvorsorge vor.

(2) Individuelle arbeitsmedizinische Vorsorge kann Unfälle nicht verhindern. Eine unmittelbare Exposition von Beschäftigten ist niemals beabsichtigt und muss durch technische und organisatorische Schutzmaßnahmen sicher verhindert werden. Für inkohärente optische Sekundärstrahlung (z. B. durch Lasermaterialbearbeitung oder Pumpquellen) siehe TROS IOS Teil 1 Abschnitt 5.

(3) Der Arbeitgeber hat Beschäftigten nach § 11 ArbSchG bzw. § 5a ArbMedVV arbeitsmedizinische Vorsorge zu ermöglichen, sofern ein Gesundheitsschaden im Zusammenhang mit der Tätigkeit nicht ausgeschlossen werden kann (Wunschvorsorge).

## **6 Durchführung der Gefährdungsbeurteilung**

### **6.1 Allgemeines**

(1) Bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen hat der Arbeitgeber zunächst festzustellen, ob die Beschäftigten Laserstrahlung ausgesetzt sind oder ausgesetzt sein können. Ist dies der Fall, hat er alle hiervon ausgehenden Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten zu beurteilen. Dabei ist gegebenenfalls zwischen Normalbetrieb und anderen Betriebsarten (siehe Abschnitt 4.2 Absatz 7 und 8 dieser TROS Laserstrahlung) zu unterscheiden.

(2) Im Allgemeinen besteht z. B. bei Lasern der Klasse 1 keine Gefährdung durch direkte Auswirkungen von Laserstrahlung, da die Expositionsgrenzwerte auch bei Benutzung optischer Instrumente (unterstellt bis 50 mm Durchmesser, Vergrößerung bis Faktor 7 bei Lupen) eingehalten werden. Beispiele für solche Laser der Klasse 1 sind

- Kassenscanner,
- CD-Player sowie CD-Brenner,
- DVD-Player sowie DVD-Brenner und
- Laserdrucker.

(3) Die Gefährdungsbeurteilung bei Laserstrahlung umfasst insbesondere

- die Ermittlung von Art, Ausmaß und Dauer der Exposition durch Laserstrahlung,
- die Berücksichtigung von Herstellerangaben insbesondere zur Laserklasse, zu Strahldaten und zur bestimmungsgemäßen Verwendung der Laser-Einrichtung,
- die Prüfung der Einhaltung der Expositionsgrenzwerte nach Anhang 4 Abschnitt 4.1 des Teils 2 „Messungen und Berechnungen von Expositionen durch Laserstrahlung“ der TROS Laserstrahlung. Hierbei müssen gegebenenfalls die Randbedingungen und Grenzen der Anwendbarkeit der jeweiligen ausgewählten Expositionsgrenzwerte berücksichtigt werden,
- die Prüfung der Verfügbarkeit alternativer Arbeitsmittel, insbesondere alternativer Laserstrahlungsquellen, die zu einer geringeren Exposition der Beschäftigten führen (Substitutionsprüfung),
- die Einbeziehung von Erkenntnissen aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge sowie von allgemein zugänglichen Informationen hierzu,
- die Festlegung von Schutzmaßnahmen (siehe TROS Laserstrahlung Teil 3 „Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Laserstrahlung“),
- die Prüfung der Verfügbarkeit und Wirksamkeit von Laser-Schutzbrillen und Laser-Justierbrillen (siehe TROS Laserstrahlung Teil 3 „Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Laserstrahlung“),
- die Beachtung von Auswirkungen auf die Gesundheit und Sicherheit von Beschäftigten, die besonders gefährdeten Gruppen angehören,
- die Festlegung eines Laserbereichs und Kennzeichnungen,
- die Beurteilung der Gefährdungen durch indirekte Auswirkungen und gegebenenfalls die Festlegung von Schutzmaßnahmen hierzu.

(4) Entsprechend den Ergebnissen der Gefährdungsbeurteilung (siehe Abbildungen 1 und 2) hat der Arbeitgeber Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik festzulegen (siehe TROS Laserstrahlung Teil 3 „Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Laserstrahlung“) und auf deren Wirksamkeit zu prüfen.

(5) Regelmäßige Begehungen des Arbeitsbereiches durch den Arbeitgeber oder seine verantwortlichen Personen (gegebenenfalls auch Laserschutzbeauftragte) sind ein wichtiger Bestandteil der Überwachung des sicheren Betriebs. Das Ergebnis der Begehung ist zu dokumentieren und wird zum Bestandteil der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung.

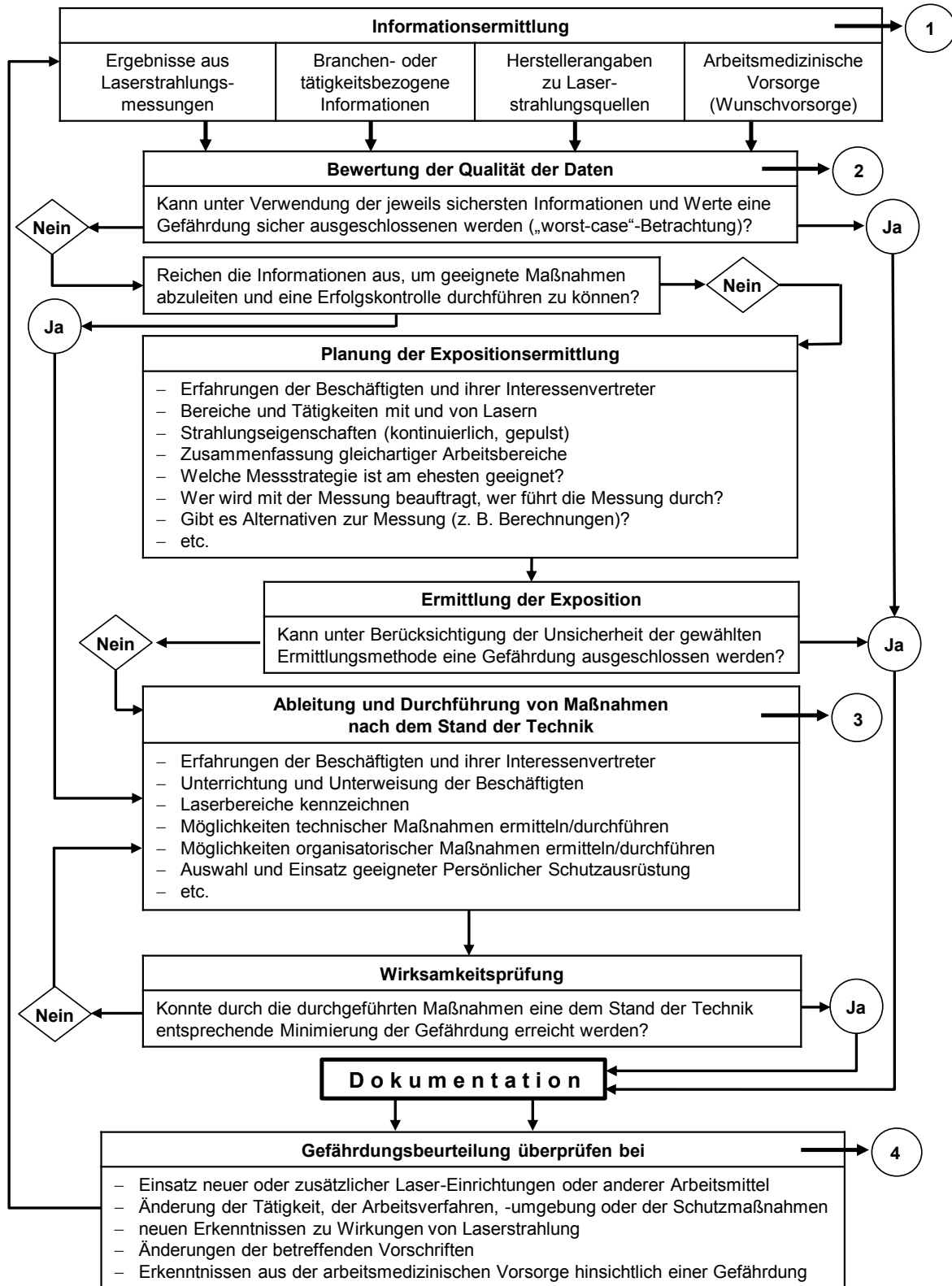


Abb. 1 Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei Expositionen gegenüber Laserstrahlung

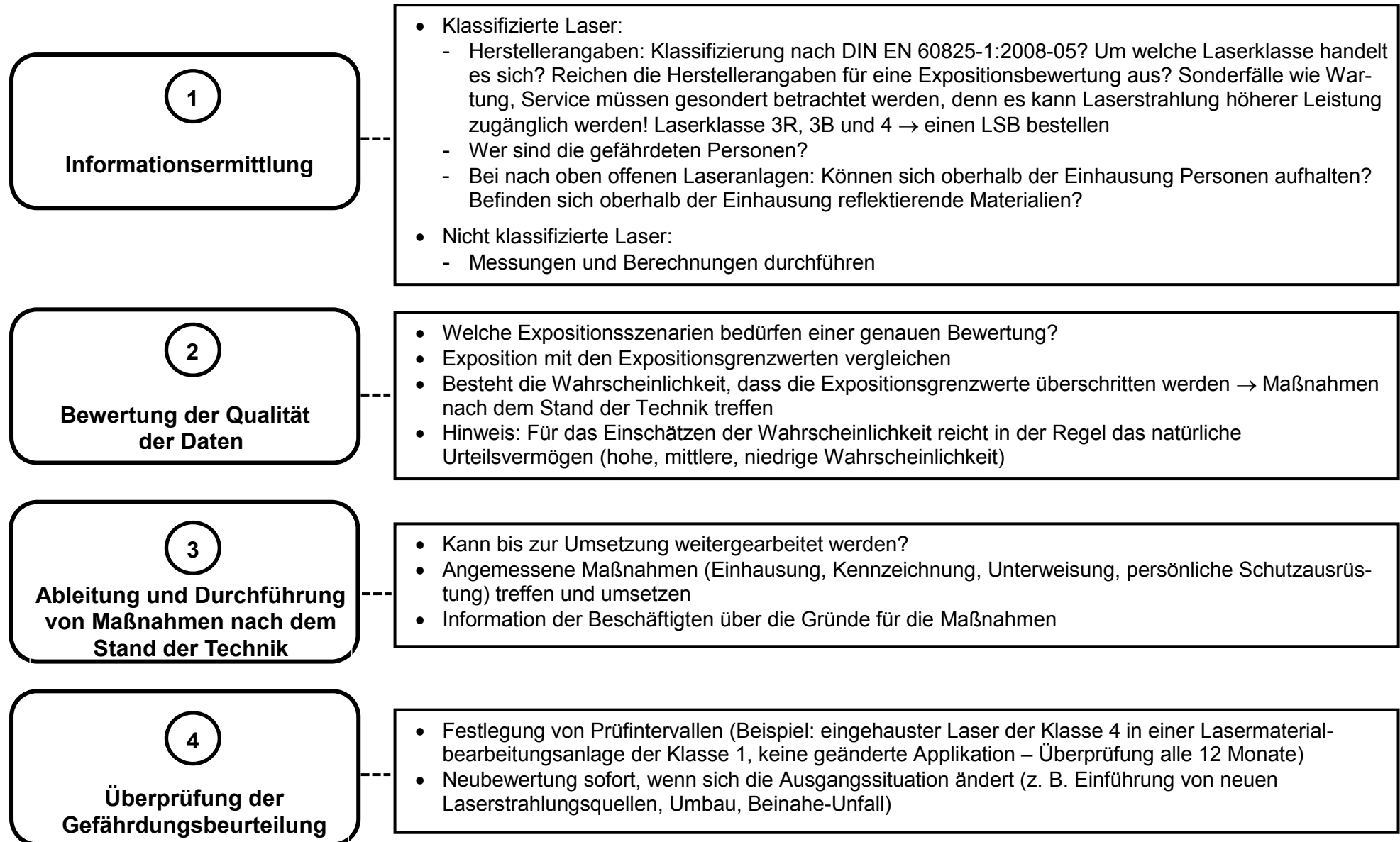


Abb. 2 Ergänzung zu Abbildung 1

## 6.2 Tätigkeitsanalyse

Die Arbeits- und Expositionsbedingungen müssen vor der Messung möglichst genau festgestellt werden. Dazu gehören u. a. Informationen zur Laserstrahlung, zu den Aufenthaltsorten und zur Expositionsdauer exponierter Personen sowie zur Art der verwendeten Schutzausrüstungen.

## 6.3 Gefährdungen durch Wechsel- und Kombinationswirkungen

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind mögliche Wechsel- und Kombinationswirkungen von Laserstrahlung zu berücksichtigen (siehe Anhang 3 des Teils „Allgemeines“ der TROS Laserstrahlung).

## 6.4 Gefährdungen durch indirekte Auswirkungen

- (1) Der Arbeitgeber ist verpflichtet, auch Gefährdungen durch indirekte Auswirkungen von Laserstrahlung zu vermeiden. Wenn deren Beseitigung nicht möglich ist, sind diese Gefährdungen so weit wie möglich zu vermindern.
- (2) Gefährdungen durch vorübergehende Blendung durch sichtbare Laserstrahlung sind bei der Beurteilung der Gefährdungen zu berücksichtigen.
- (3) Vorübergehende Blendung durch sichtbare Laserstrahlung kann schon relativ weit unterhalb der Expositionsgrenzwerte nach § 6 Absatz 2 OStrV auftreten, z. B. auch beim Einsatz von Lasern der Klasse 1 im sichtbaren Bereich. In der Regel müssen dann bei der Gefährdungsbeurteilung wegen möglicher vorübergehender Blendung Laser mit Strahlungsleistungen typisch zwischen 1  $\mu\text{W}$  und 10  $\mu\text{W}$  bei einer 7-mm-Blende berücksichtigt werden.
- (4) Durch vorübergehende Blendung können insbesondere bei niedriger Umgebungshelligkeit Irritationen (Ablenkung, Fehlreaktion), Blitzlichtblindheit und Nachbilder entstehen. Eine Blendung kann beim Geblendeten eine Verminderung der Sehfähigkeit, d. h. eine Beeinträchtigung verschiedener Sehfunktionen, wie z. B. der Sehschärfe (Visus), der Farbsehfähigkeit und der Kontrastempfindlichkeit, verursachen.
- (5) Eine direkte, reflektierte oder gestreute Laserstrahlung mit ausreichend hoher Energiedichte (Leistungsdichte und Einwirkungsdauer) kann unter bestimmten Umständen Stoffe entzünden (Brandgefahr) oder Gas- bzw. Dampfgemische zur Explosion bringen. In der TRBS 2152 Teil 3 [7] Abschnitt 5.10 werden hierzu detailliertere Aussagen getroffen.
- (6) An Arbeitsplätzen mit einer direkten, reflektierten oder gestreuten Laserstrahlung mit ausreichend hoher Energiedichte (Leistungsdichte und Einwirkungsdauer) sind die Aufbewahrung oder die Erzeugung leicht entzündlicher Stoffe und explosionsfähiger Gemische zu vermeiden. Bei der Gefährdungsbeurteilung ist dies zu prüfen (siehe auch TRBS 2152 Teil 3 [7] Abschnitt 5.10). Gegebenenfalls müssen weitere Fachkunde eingeholt und entsprechende Maßnahmen nach BetrSichV oder GefStoffV ergriffen werden.
- (7) Bei leistungsstarken Lasern der Klasse 3B und 4 besteht in sauerstoffangereicherter Umgebung erhöhte Brandgefahr durch entflammbares Material im Strahlungssystem, an der Bearbeitungsstelle und in der Arbeitsumgebung.

(8) Bevor ein Stoff Laserstrahlung ausgesetzt wird, ist zu prüfen, ob durch Verdampfen, Verbrennen, durch chemische Reaktionen oder durch Bildung von Aerosolen gesundheitsgefährliche Konzentrationen von Gasen, Dämpfen, Stäuben oder Nebeln entstehen können [17] (siehe GefStoffV und Technische Regeln für Gefahrstoffe, z. B. TRGS 900 [8]).

(9) Bei vielen Lasern wird neben der kohärenten optischen Strahlung auch inkohärente optische Strahlung z. B. als Anregungsstrahlung oder bei der Vorionisierung durch UV-Strahlungsquellen oder bei dem Auftreffen des Laserstrahls auf das Material (z. B. Schweißprozess) emittiert. Hierbei werden bei offenem Betrieb dieser Laser auch die Expositionsgrenzwerte der inkohärenten optischen Strahlung in einer entsprechenden Entfernung überschritten. Ohne Rücksicht auf das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung ist deshalb bei Tätigkeiten an offenen Materialbearbeitungsanlagen und UV-Lasern von einer Expositionsgrenzwertüberschreitung für inkohärente optische Strahlung auszugehen und somit die Pflichtvorsorge erforderlich. Dies trifft nicht zu, wenn der Fachkundige oder der Hersteller hierzu eine eindeutige Aussage trifft, dass die Expositionsgrenzwerte für inkohärente optische Strahlung eingehalten werden, wie dies typischerweise z. B. bei Messlasern der Fall ist.

(10) Vor dem Ultrakurzpuls-Laserbetrieb ist zu prüfen, ob ionisierende Strahlung entstehen kann.

### **6.5 Auswirkungen auf die Sicherheit und Gesundheit von Beschäftigten, die besonders gefährdeten Gruppen angehören**

(1) Die Einhaltung der Expositionsgrenzwerte gemäß OStrV reicht zum Schutz der besonders gefährdeten Gruppen nicht in jedem Fall aus. Für besonders gefährdete Gruppen sind individuell angepasste Schutzmaßnahmen nötig. Sinnvoll ist hierbei eine arbeitsmedizinische Beratung.

(2) Zu den besonders gefährdeten Personengruppen gehören:

1. Personen, deren Haut überdurchschnittlich fotosensibel ist

Es gibt Personen, deren Haut wesentlich empfindlicher auf sichtbare und ultraviolette Strahlung reagiert als beim Durchschnitt der Bevölkerung. Eine solche individuell erhöhte Fotosensibilität kann anlagebedingt sein oder als Erkrankung auftreten. Die Stärke der besonderen Hautempfindlichkeit kann sich im Laufe des Lebens verändern.

2. Personen mit Vorerkrankungen der Augen

Personen, deren Augenlinsen getrübt sind, weisen eine erhöhte Blendempfindlichkeit auf. Bei Vorschädigung eines Auges besteht eine erhöhte Gefährdung für die Einschränkung des gesamten Sehvermögens.

3. Personen mit Vorerkrankungen der Haut

Personen, die schon einmal an Hautkrebs erkrankt waren, weisen ein erhöhtes Risiko auf, erneut daran zu erkranken.

Verletzungen der Haut (mechanisch, Verbrennungen) können zu einer höheren Empfindlichkeit gegenüber optischer Strahlung führen.

4. Personen, deren natürliche Augenlinse durch eine künstliche Linse ersetzt wurde

Bei Personen, deren künstliche Augenlinse nicht der spektralen Transmission der natürlichen Augenlinse entspricht, kann die Netzhaut besonders gefährdet sein.

5. Personen, die Medikamente einnehmen, welche die Fotosensibilität erhöhen  
Bestimmte Inhaltsstoffe von Medikamenten können die Fotosensibilität der Haut deutlich erhöhen (siehe auch [16]).

**Hinweis:**

Im Hinblick auf die Sicherheit und die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen am Arbeitsplatz sind die Vorgaben des Jugendarbeitsschutzgesetzes (JArbSchG) und der Kinderarbeitsschutzverordnung (KindArbSchV) zu berücksichtigen.

Im Hinblick auf die Sicherheit und die Gesundheit von Schwangeren und stillenden Müttern am Arbeitsplatz sind die Vorgaben des Mutterschutzgesetzes (MuSchG) und der Verordnung zum Schutz der Mütter am Arbeitsplatz (MuSchArbV) zu berücksichtigen.

**6.6 Auswirkungen auf die Sicherheit und Gesundheit von Beschäftigten, die sich aus dem Zusammenwirken von künstlicher optischer Strahlung und fotosensibilisierenden chemischen Stoffen am Arbeitsplatz ergeben können**

Die Aufnahme bestimmter chemischer Stoffe in den Körper kann die Fotosensibilität von Personen erhöhen. Solche Stoffe können in der Luft am Arbeitsplatz oder auf kontaminierten Oberflächen vorkommen. Ist der zu bewertende Arbeitsplatz möglicherweise mit chemischen Stoffen belastet, ist zu prüfen, ob darunter auch Stoffe sind, die die Fotosensibilität erhöhen. Eine Liste fotosensibilisierender Stoffe ist in der Tabelle 1 wiedergegeben. Treten solche Stoffe am Arbeitsplatz auf, kann möglicherweise die Einhaltung der Expositionsgrenzwerte nach OStrV zum Schutz vor Gefährdungen nicht ausreichen. In diesem Fall sind Maßnahmen zu ergreifen, um diese Stoffe vom Arbeitsplatz zu entfernen oder geeignete Ersatzstoffe einzusetzen, die nicht fotosensibilisierend wirken. Ist dies nicht möglich, müssen die Schutzmaßnahmen gegen optische Strahlung entsprechend ausgelegt werden. Stoffe, die die Fotosensibilität erhöhen, können auch in Kosmetika oder Medikamenten enthalten sein. Über die Einnahme von Medikamenten oder die Benutzung von Kosmetika darf der Arbeitgeber Beschäftigte jedoch nicht befragen. Das Thema ist deshalb Gegenstand der Unterweisung (siehe Abschnitt 7 dieser TROS Laserstrahlung).



Tab. 1 Liste ausgewählter fotosensibilisierender Stoffe (aus [14] und [15])

Fototoxische Wirkung	Fotoallergische Wirkung
<b>Teer- und Pechbestandteile</b> Polyzyklische Kohlenwasserstoffe Anthrazen Fluoranthren	<b>Antimikrobielle Substanzen in Kühlschmierstoffen, Seifen und Kosmetika</b> Halogenierte Salizylanilide Hexachlorophen Bithionol
<b>Furokumarine</b> in Pflanzen, z. B. Bärenklau, Wiesengräser in ätherischen Ölen, z. B. Bergamotteöl	<b>Duftstoffe in Seifen und Kosmetika</b> 6-Methylcoumarin Ambrette Moschus Parfüm-Mix
<b>Farbstoffe</b> Antrachinonfarbstoffe Thiazine Methylenblau Toluidinblau Eosin Bengalrot Akridin	<b>UV-Filtersubstanzen in Lichtschutzmitteln</b> Paraminbenzoesäure und -ester Benzophenone Zimtsäureester

## 6.7 Überprüfung und Wiederholung der Gefährdungsbeurteilung

(1) Die Gefährdungsbeurteilung muss regelmäßig überprüft und ggf. aktualisiert werden. Eine erneute Durchführung der Gefährdungsbeurteilung ist notwendig, wenn sich die Arbeits- und Expositionsbedingungen maßgeblich ändern oder Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Vorsorge (Wunschvorsorge) dies erfordern. Anlässe hierfür können insbesondere sein:

- Einsatz neuer und zusätzlicher Strahlungsquellen oder Arbeitsmittel,
- Änderung von Tätigkeiten, Arbeitsverfahren, Arbeitsumgebung oder Schutzmaßnahmen,
- Änderungen der OStrV oder des Technischen Regelwerkes,
- Änderungen des Standes der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstiger gesicherter arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse oder
- Empfehlung des Betriebsarztes oder des mit der Durchführung von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen beauftragten Arztes nach § 7 ArbMedVV.

(2) Falls die erneuerte Gefährdungsbeurteilung zu abweichenden Ergebnissen führt, sind die Schutzmaßnahmen entsprechend anzupassen.

## 7 Unterweisung der Beschäftigten

(1) Die Unterweisung der Beschäftigten nach § 8 OStrV ist auf Basis der Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Sie ist erforderlich, wenn Gefährdungen für Sicherheit und Gesundheit, auch solche durch indirekte Auswirkungen, möglich sind. Hierbei ist auch das mögliche Fehlverhalten des Bedieners zu berücksichtigen, z. B. Abschrauben der Einhausung oder Abdeckung an einer Maschine oder an einem Laser. Die Unterweisung hat das Ziel, die Beschäftigten über die Gefährdungen durch direkte und indirekte Auswirkungen der Laserstrahlung zu informieren und sie mit den vorhandenen Sicherheitseinrichtungen und mit den erforderlichen Schutzmaßnahmen im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung vertraut zu machen, damit Gesundheitsschäden durch Laserstrahlung verhindert werden. Den Beschäftigten wird aufgezeigt, worin die Gefährdungen bestehen, wie die Laserstrahlung in Bezug auf die Expositionsgrenzwerte einzuschätzen ist, welche Maßnahmen ergriffen wurden und wie sie an deren Umsetzung mitwirken können. Die ordnungsgemäße Handhabung der Laser-Einrichtung kann zur Verringerung der Exposition beitragen. In diesem Zusammenhang sind z. B. erforderliche Verhaltens- und Handlungsweisen zu erklären.

(2) Im Hinblick auf die Gefährdungen durch Laserstrahlung bei Lasern der Klassen 3R, 3B oder 4 unterstützt der LSB den Arbeitgeber bei der Unterweisung. Er kooperiert mit der Fachkraft für Arbeitssicherheit, dem Betriebsarzt und ggf. weiteren Beauftragten.

(3) Die Unterweisung ist vor Aufnahme der gefährdenden Tätigkeit, z. B. nach der Einstellung oder Versetzung bzw. vor der ersten Inbetriebnahme der Laseranlage sowie mindestens einmal jährlich durchzuführen. Sie ist in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache durchzuführen. Vor wesentlichen Änderungen der Arbeitsbedingungen und Expositionssituationen hat der Arbeitgeber über die neue Gefährdungssituation zu unterweisen. An Laserarbeitsplätzen können solche Anlässe sein:

- Änderung der Laserklasse (z. B. Änderung der Laserleistung),
- Gefährdungen durch neue Arbeitsverfahren, bzw. geänderte Anwendung,
- Inbetriebnahme einer neuen Laseranlage mit anderer Wellenlänge,
- (Beinahe-)Unfallgeschehen.

Hinweis:

Kürzere Unterweisungsintervalle können sich auch aus speziellen Arbeitsschutzvorschriften ergeben, z. B. § 29 JArbSchG, das eine halbjährliche Unterweisung fordert.

(4) Die Mindestinhalte der Unterweisung sind im § 8 OStrV beschrieben. Entsprechend der Gefährdungsbeurteilung können folgende Punkte darüber hinaus erforderlich sein:

- die Eigenschaften der Laserstrahlung,
- die Möglichkeit der vorübergehenden Blendung durch sichtbare Laserstrahlung und deren indirekte Auswirkungen,
- die Art der Gefährdung und Möglichkeit der Schädigungen von Haut und Augen durch Laserstrahlung,
- die Expositionsgrenzwerte und ihre Bedeutung,

- die tatsächlich ermittelten Expositionswerte zusammen mit der Bewertung der damit verbundenen Gefährdungen (direkte Gefährdung durch Laserstrahlung an einer Laseranlage), u. a. Wirkung der Laserstrahlung auf Auge und Haut, mögliche Verletzungen und Verletzungsfolgen,
- Gefährdungen durch indirekte Auswirkungen der Laserstrahlung wie laser-generierte Schadstoffe [17] (auch durch optische Komponenten wie ZnSe-Linsen), ionisierende Strahlung, Zündung explosionsfähiger Atmosphären und explosions-gefährlicher Stoffe, Brandgefahr und Sekundärstrahlung,
- die festgelegten Maßnahmen zur Beseitigung oder zur Minimierung der Gefährdung unter Berücksichtigung der Arbeitsplatzbedingungen,
- die bestimmungsgemäße Verwendung der persönlichen Schutzausrüstungen und ggf. anderer individueller Maßnahmen, erforderlichenfalls ergänzt durch eine Schulung in der Benutzung,
- Verhalten im Laserbereich bei Normalbetrieb, insbesondere mögliches Fehlverhalten, wie das Abschrauben der Einhausung oder Abdeckung an einer Laser-Einrichtung,
- Verhalten im Laserbereich bei Service- und Wartungsarbeiten,
- Verhalten bei Unfällen im Laserbereich (Liste der potenziellen Notsituationen und Beschreibung der zugehörigen Rettungs-/Räumungsmaßnahmen, vorsorgliche Einweisung für Ersthelfer und Rettungskräfte),
- Voraussetzungen, unter denen die Beschäftigten Anspruch auf arbeitsmedizinische Vorsorge haben, und deren Zweck,
- die bestimmungsgemäße Handhabung der Arbeitsmittel und sichere Arbeitsverfahren zur Minimierung der Gefährdungen durch inkohärente optische Strahlung,
- Hinweise zur Erkennung und Meldung möglicher Gesundheitsschäden,
- Hinweise zu Wirkungen von Medikamenten, Kosmetika und Gefahrstoffen (z. B. fotosensibilisierende Effekte).

(5) Liegt ein Fall von Arbeitnehmerüberlassung vor, trifft die Pflicht zur betriebs-spezifischen Unterweisung gemäß § 12 ArbSchG den Entleiher. Er hat den Beschäftigten, der ihm zur Arbeitsleistung überlassen wurde, über die mit der konkreten Tätigkeit verbundenen Gefährdungen zu unterweisen. Die sonstigen Arbeitsschutz-pflichten des Verleihers als Arbeitgeber, insbesondere die Pflicht zur allgemeinen Unterweisung (unabhängig vom konkreten Arbeitsplatz oder Aufgabenbereich), bleiben unberührt.

(6) Halten sich Personen nur kurzzeitig und in Begleitung einer selbst in Lasersicherheit geschulten Person in Laserbereichen auf, z. B. im Rahmen einer Führung, so reicht eine Kurzunterweisung der Personen aus. Hierbei ist insbesondere auf das Verhalten im Laserbereich und die Pflicht zum Tragen der persönlichen Schutzausrüstung einzugehen.

(7) Halten sich betriebsfremde Personen zum Zwecke der Dienstleistungserbringung im laufenden Betrieb in Laserbereichen auf (Reinigungspersonal, Handwerker, Sicherheitspersonal), so ist eine für die Tätigkeit notwendige Unterweisung durchzuführen.

## 8 Allgemeine arbeitsmedizinische Beratung

(1) Der Arbeitgeber hat eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung der betroffenen Beschäftigten sicherzustellen, wenn eine Exposition durch Laserstrahlung oder durch inkohärente optische Sekundärstrahlung oberhalb der Expositionsgrenzwerte auftreten kann. Details zur Exposition von Beschäftigten gegenüber inkohärenter optischer Strahlung sind in der TROS IOS beschrieben. Die allgemeine arbeitsmedizinische Beratung, die im Rahmen der Unterweisung erfolgen soll, ist zu unterscheiden von der individuellen Beratung, die Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorge ist. Die allgemeine arbeitsmedizinische Beratung ist immer dann unter Beteiligung des Arbeitsmediziners nach § 8 Absatz 2 OStrV durchzuführen, wenn dies aus arbeitsmedizinischen Gründen erforderlich ist.

(2) Unter der Beteiligung des Arbeitsmediziners nach § 8 Absatz 2 OStrV ist nicht zwingend zu verstehen, dass dieser die Beratung persönlich vornimmt. Das Beteiligungsgebot kann zum Beispiel erfüllt werden durch Schulung von Führungskräften, von Fachkräften für Arbeitssicherheit oder durch Mitwirkung bei der Erstellung geeigneter Unterweisungsmaterialien.

(3) In der allgemeinen arbeitsmedizinischen Beratung sind die Beschäftigten über die möglicherweise auftretenden Gesundheitsgefahren zu unterrichten. Sie beinhaltet eine für den Laien verständliche Beschreibung möglicher Gefährdungen und Krankheitsbilder und ihrer Symptome, wenn nach der Gefährdungsbeurteilung eine Gefährdung besteht.

(4) Grundlage der allgemeinen arbeitsmedizinischen Beratung ist die Gefährdungsbeurteilung. Die Beschäftigten sind je nach Erfordernis zu informieren bzw. zu beraten hinsichtlich

1. der möglichen akuten Wirkungen durch Laserstrahlung auf die Haut und die Augen,
2. der zu erwartenden Symptome/Gesundheitsstörungen nach einer Exposition,
3. individueller Faktoren, die zu einer Erhöhung des Risikos führen können, wie eine anlagebedingte Anfälligkeit für die Entstehung von Gesundheitsstörungen (z. B. empfindliche Haut), Vorerkrankungen (z. B. Autoimmunerkrankungen), medizinische Hilfsmittel wie Kontaktlinsen, Linsenimplantate, eine bestehende Medikation (etwa Einnahme oder Auftragen fototoxischer, fotosensibilisierender oder immunsuppressiver Medikamente) oder Probleme, die sich aus der Verwendung von z. B. Kosmetika, Parfums, Rasierwasser und Desinfektionsmitteln ergeben können [16],
4. der krebserzeugenden bzw. krebserregenden Eigenschaften ultravioletter Laserstrahlung und möglicherweise entstehender inkohärenter optischer Sekundärstrahlung in den damit im Zusammenhang stehenden gefährdungsrelevanten Bereichen der UV-Strahlung,
5. sonstiger chronisch-schädigender Eigenschaften von Laserstrahlung,
6. arbeitsmedizinischer Vorsorge (siehe Abschnitt 5) sowie deren Zweck.

(5) Falls relevant, sind die Beschäftigten darüber hinaus über besondere arbeitsmedizinische Aspekte zu informieren und zu beraten hinsichtlich

1. der Benutzung persönlicher Schutzausrüstung,
2. möglicher Belastungen und Beanspruchungen durch persönliche Schutzausrüstung,

3. der konsequenten Umsetzung von Schutzmaßnahmen,
  4. weiterer Maßnahmen zur Verhältnis- und Verhaltensprävention,
  5. Verhaltensweisen bei Erkrankungsverdacht,
  6. individueller arbeitsmedizinischer Beratungsmöglichkeiten beim Auftreten von Symptomen (Wunschvorsorge).
- (6) Der Betriebsarzt ist über jedes Unfallereignis und die in diesem Zusammenhang durchgeführten Maßnahmen zu informieren.

## **9 Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsüberprüfung**

(1) Auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung legt der Arbeitgeber Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik fest, überprüft deren Wirksamkeit und dokumentiert diese bei der Gefährdungsbeurteilung. Bei Lasern der Klassen 3R, 3B und 4 unterstützt der LSB den Arbeitgeber bei der Durchführung der notwendigen Schutzmaßnahmen.

(2) Bei Möglichkeit der Überschreitung der Expositionsgrenzwerte für Laserstrahlung wird ein Plan für die Benutzung von technischen und organisatorischen Maßnahmen mit Prioritätenliste, Zeitplan und Wirksamkeitsüberprüfung aufgestellt und durchgeführt.

(3) Reichen die festgesetzten technischen und organisatorischen Maßnahmen nicht aus, müssen persönliche Schutzmaßnahmen verwendet werden, deren Wirksamkeit regelmäßig zu überprüfen ist.

(4) Beispiele von Schutzmaßnahmen finden sich im Teil 3 „Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Laserstrahlung“ der TROS Laserstrahlung.

## **10 Dokumentation**

(1) Die Gefährdungsbeurteilung zu Laserstrahlung am Arbeitsplatz ist unabhängig von der Zahl der Beschäftigten zu dokumentieren. Dabei sind anzugeben:

1. Bezeichnung und Beschreibung der Tätigkeit oder des Arbeitsplatzes bzw. des Arbeitsbereiches mit den Expositionsbedingungen, für die die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt wurde,
2. die am Arbeitsplatz vorhandenen tatsächlichen oder möglichen Gefährdungen,
3. die Ergebnisse der durchgeführten Ermittlungen (z. B. Herstellerinformationen, vorhandene Expositionsdaten),
4. die Ergebnisse der gegebenenfalls durchgeführten Messungen und Berechnungen,
5. das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung und
6. die notwendigen Maßnahmen zur Vermeidung oder Minimierung der Gefährdung, einschließlich des Ergebnisses der Überprüfung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen.

(2) Dabei ist es sinnvoll, insbesondere die folgenden Punkte in der Dokumentation festzuhalten:

- Beschreibung der Expositionsbedingungen (Dauer, Abstand),
- Lasertyp,
- Laserklasse (die Bezeichnung der Norm und das Datum der Veröffentlichung),
- Wellenlänge(n),
- Leistung und Bestrahlungsstärke (Leistungsdichte),
- Impulswiederholfrequenz,
- Sicherheitsabstände, Laserbereich,
- Schutzmaßnahmen: Laserschutzeinhausung, Laser-Schutzbrillen-Schutzstufe, Laser-Justierbrillen-Schutzstufe, Unterweisung, Kennzeichnungen,
- LSB.

(3) Tätigkeiten, die auf Grund der Arbeitsbedingungen als gleichartig angesehen werden, können zusammengefasst werden.

(4) Die Dokumentation kann arbeitsplatz- oder tätigkeitsbezogen, aber auch personenbezogen erfolgen. Bei einer arbeitsbereichsbezogenen Dokumentation muss nachvollziehbar sein, welchem Arbeitsbereich die Beschäftigten zuzuordnen sind.

(5) Wird mit Lasern im Wellenlängenbereich zwischen 100 nm und 400 nm gearbeitet oder tritt infolge von Laserbearbeitungsprozessen relevante sekundäre UV-Strahlung auf, hat der Arbeitgeber die ermittelten Ergebnisse aus Messungen und Berechnungen der Expositionen durch UV-Strahlung in einer Form aufzubewahren, die eine spätere Einsichtnahme ermöglicht. Die Aufbewahrungsfrist für diese Dokumente beträgt 30 Jahre.

## 11 Literaturhinweise

- [1] DIN EN 60601-2-22:1996-12: Medizinische elektrische Geräte – Teil 2: Besondere Festlegungen für die Sicherheit von diagnostischen und therapeutischen Lasergeräten
- [2] DIN EN 60825-1:2008-05: Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen
- [3] DIN EN 60825-2:2011-06: Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS)
- [4] DIN EN 60825-4:2011-12: Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 4: Laserschutzwände
- [5] DIN EN ISO 11553-1:2009-03: Sicherheit von Maschinen – Laserbearbeitungsmaschinen – Teil 1: Allgemeine Sicherheitsanforderungen
- [6] DIN EN ISO 11553-2:2009-03: Sicherheit von Maschinen – Laserbearbeitungsmaschinen – Teil 2: Sicherheitsanforderungen an handgeführte Laserbearbeitungsgeräte

- [7] Technischen Regeln für Betriebssicherheit, TRBS 2152 Teil 3, „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“, GMBI 2009, S. 1583 [Nr. 77] v. 20.11.2009  
<http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Anlagen-und-Betriebssicherheit/TRBS/pdf/TRBS-2152-Teil-3.pdf>
- [8] Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, BArBI Heft 1/2006, S. 41 – 55 zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2014, S. 271 – 274 [Nr. 12] v. 2.4.2014  
<http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf>
- [9] Technische Spezifikation zu Lasern als bzw. in Verbraucherprodukte(n); Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund (2013)  
<http://www.baua.de/cae/servlet/contentblob/805812/publicationFile/88891/Technische-Spezifikation.pdf>
- [10] DGUV Information 203-036: Laser-Einrichtungen für Show- oder Projektionszwecke (BGI 5007) <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi5007.pdf>
- [11] DGUV Information 203-039: Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWKS)  
<http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi5031.pdf>
- [12] Fachausschuss Information „Betrieb von Laser-Einrichtungen für medizinische und kosmetische Anwendungen“, Fachausschuss Elektrotechnik, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2009)
- [13] Ratgeber zur Gefährdungsbeurteilung. Handbuch für Arbeitsschutzfachleute; Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
<http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbuchreihe/Gefahrungsbeurteilung.html>
- [14] DGUV-Grundsätze für die arbeitsmedizinische Vorsorge, Grundsatz G17 Künstliche optische Strahlung, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
- [15] Phototoxische und photoallergische Reaktionen, Leitlinien der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (DDG)  
[http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/013-035.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/013-035.pdf)
- [16] Schutz des Menschen vor den Gefahren der UV-Strahlung in Solarien – Empfehlung der Strahlenschutzkommission und Wissenschaftliche Begründung, verabschiedet in der 172. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 8. Juni 2001  
[http://www.ssk.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen\\_PDF/InformationenderSSK/Info06.pdf](http://www.ssk.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen_PDF/InformationenderSSK/Info06.pdf)
- [17] Datenbank Lasersicherheit, Laser Zentrum Hannover (LZH)  
<http://www.lzh.de/de/publikationen/lasersicherheit>
- [18] Meier, O.; Püster, Th.; Beier, H.; Wenzel, D.: Qualifizierung von persönlicher Schutzausrüstung für handgeführte Laser zur Materialbearbeitung, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund (2008)
- [19] Püster, Th.; Herzog, D.; Hustedt, M.: Konstruktive Sicherheitseinrichtungen für handgeführte Laser zur Materialbearbeitung, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund (2011)

- [20] Damit nichts ins Auge geht ... – Schutz vor Laserstrahlung, Quartbroschüre, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund (2010)  
<http://www.baua.de/de/Publikationen/Broschueren/A37.html>

#### Weitere Literaturquellen

- DIN EN 12198-1:2008-11: Sicherheit von Maschinen – Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung – Teil 1: Allgemeine Leitsätze
- Ein unverbindlicher Leitfaden zur Richtlinie 2006/25/EG über künstliche optische Strahlung, Health Protection Agency im Auftrag der EU-Kommission (2010)  
<http://bookshop.europa.eu/en/non-binding-guide-to-good-practice-for-implementing-directive-2006-25-ec-pbKE3010384/>
- Reidenbach, H.-D.; Brose, M.; Ott, G.; Siekmann, H.: Praxis-Handbuch optische Strahlung; Erich Schmidt Verlag, Berlin (2012)
- Sutter, E.: Schutz vor optischer Strahlung, VDE Schriftenreihe 104, VDE Verlag, Berlin (2008)



## Anhang 1

### Beurteilung der Gefährdung bei Tätigkeiten mit Lasern für Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systeme (LWLKS)

- (1) Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systeme (LWLKS) sind heutzutage in Weitverkehrs- und Zugangsnetzen weit verbreitet und kommen vermehrt auch im LAN-Bereich zum Einsatz. Es werden Laser und Licht emittierende Dioden (LED) als Sender benutzt, die schnell moduliert werden können und hohe Leistungen ausstrahlen. Als Empfänger stehen schnelle, empfindliche Fotodetektoren zur Verfügung.
- (2) Die Laserleistung wird durch flexible Lichtwellenleiter (LWL) übertragen. Der Begriff „Lichtwellenleiter“ wird für alle Glasfasern und Kunststofffasern verwendet, die zur optischen Informationsübertragung eingesetzt werden. Dagegen bezeichnet der Begriff „Lichtleiter“ Fasern, die zur Beleuchtung dienen, z. B. bei Mikroskopen oder zur Dekoration.
- (3) Die Beurteilung der Gefährdungen kann zusätzlich mit Hilfe der Kennzeichnung von LWLKS erfolgen. Die Basis der Kennzeichnung von LWLKS sind Gefährdungsgrade, die ähnlich den Laserklassen aufgebaut sind, jedoch in der Regel im Abstand von 200 mm mit einer Abschaltzeit von max. 3 s entsprechend der Zugänglichkeit bestimmt werden. Eine Hilfestellung dazu bietet [11].
- (4) Werden Laser oder LWLKS vermietet, muss im Vertragsrecht eindeutig geklärt werden
  - wer den Laser oder die LWLKS betreibt,
  - wer den Service und Wartung auf der Strecke durchführt und
  - wer für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung verantwortlich ist.
- (5) Der fachkundigen Person, die die Gefährdungsbeurteilung durchführt, müssen alle Angaben und Daten des Lasers und der durchzuführenden Tätigkeiten zur Verfügung stehen. Der Arbeitgeber bzw. die fachkundige Person benötigt u. a. folgende Angaben:
  - Leistung mit dem dazugehörigen Gefährdungsgrad des LWLKS (entspricht der Laserklasse des LWLKS),
  - Norm, nach der klassifiziert wurde (z. B. DIN EN 60825-2 [3]),
  - Wellenlängen, die übertragen werden,
  - Informationen über das Abschaltssystem.
- (6) Fehlen Angaben, kann die fachkundige Person in einem „worst-case“-Szenario (z. B. sogenannte Dark-Fiber) Maßnahmen zum Schutz festlegen (siehe auch [11]).
- (7) Bei der Gefährdungsbeurteilung ist insbesondere auch auf den Schutz Dritter zu achten und die entsprechenden Maßnahmen sind zu treffen.

## **Gefährungsgrad**

Der Gefährungsgrad beschreibt die mögliche Gefährdung an jeder zugänglichen Stelle innerhalb eines LWLKS. Der Gefährungsgrad beruht auf dem optischen Strahlungspegel, der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen, z. B. bei einem Lichtwellenleiterbruch, zugänglich werden kann. Die Definitionen entsprechen den vom Hersteller verwendeten Kennzeichnungen und Klassifizierungen gemäß DIN EN 60825-2 [3] und stehen in engem Zusammenhang mit der Laser-Klassifikation nach DIN EN 60825-1 [2].

### **Gefährungsgrad 1**

Gefährungsgrad 1 gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen kein menschlicher Zugang zu Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung der Klasse 1 für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer möglich ist.

### **Gefährungsgrad 1M**

Gefährungsgrad 1M gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen kein menschlicher Zugang zu Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung der Klasse 1 für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer möglich ist, wobei der Strahlungspegel mit den Messbedingungen für Laser-Einrichtungen der Klasse 1M gemessen wird (siehe [2]).

### **Gefährungsgrad 2**

Gefährungsgrad 2 gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen keine zugängliche Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung für Laser der Klasse 2 für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer auftreten wird.

### **Gefährungsgrad 2M**

Gefährungsgrad 2M gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen keine zugängliche Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung für Laser der Klasse 2 für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer auftreten wird, wobei der Strahlungspegel mit den Messbedingungen für Laser-Einrichtungen der Klasse 2M gemessen wird (siehe [2]).

### **Gefährungsgrad 3R**

Gefährungsgrad 3R gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen keine zugängliche Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung für Laser der Klasse 3R für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer auftreten wird.

### **Gefährungsgrad 3B**

Gefährungsgrad 3B gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen keine zugängliche Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung für Laser der Klasse 3B für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer auftreten wird.

### **Gefährungsgrad 4**

Gefährungsgrad 4 gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen zugängliche Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung für Laser der Klasse 3B für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer auftreten kann.

**Hinweis:**

Um ein angemessenes Maß an Sicherheit für Personen zu gewährleisten, die möglicherweise mit dem optischen Übertragungspfad in Berührung kommen, ist der Gefährungsgrad 4 in der Regel nicht erlaubt. Es ist aber zulässig, Schutzsysteme zu verwenden, zum Beispiel automatische Leistungsverringerung, um den erforderlichen Gefährungsgrad zu erzielen, wobei die übertragene Leistung unter normalen Betriebsbedingungen (d. h. ohne Fehler auf der Lichtwellenleiterstrecke) die für einen bestimmten Standort zulässige Leistung überschreitet. Zum Beispiel ist ein Gefährungsgrad 1 für zugängliche Teile eines LWLKS möglich, obwohl die unter normalen Betriebsbedingungen im Lichtwellenleiter übertragene Leistung Klasse 4 ist.

## Anhang 2

### Beispiele und wichtige Punkte für spezielle Gefährdungsbeurteilungen

Die folgende (unvollständige) Auflistung soll eine Orientierung für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei den wichtigsten Laseranwendungen geben.

#### A2.1 Laserbearbeitungsmaschinen

##### A2.1.1 Allgemeine Informationen und Hinweise

(1) Laserbearbeitungsmaschinen sind Maschinen, in denen ein Laser eingebaut ist, der ausreichend optische Leistung/Energie abgibt, um Werkstoffe zumindest in der Bearbeitungszone zu schmelzen, zu verdampfen oder einen Phasenübergang zu erzeugen.

(2) Laserbearbeitungsmaschinen unterliegen u. a. den Anforderungen der 9. Verordnung zum ProdSG (Maschinenverordnung).

(3) Bei Laserbearbeitungsmaschinen handelt es sich zumeist um weitgehend bzw. vollständig eingehauste Laser-Einrichtungen. Im Allgemeinen erfolgt in Bezug auf Lasersicherheit die Konformitätsbewertung unter Zuhilfenahme der Normenserie DIN EN ISO 11553 [5, 6], eine Klassifizierung nach DIN EN 60825-1:2008-05 [2] liegt vor.

(4) Laserbearbeitungsmaschinen können, sofern sie gemäß DIN EN ISO 11553-1 [5] in Verkehr gebracht wurden, als verwendungsfertig angesehen werden. Mit Anwendung der Norm DIN EN ISO 11553-1 [5] wird auch die Aussage vom Hersteller getroffen, dass die Maschine für die Betriebszustände „vorbeugende Instandhaltung“ (entspricht in der Regel „Wartung“) und „Service“ ausgelegt wurde.

(5) Der Hersteller, der die Lasermaterialbearbeitungsmaschine gemäß DIN EN ISO 11553-1 [5] in Verkehr gebracht hat, definiert für den Betrieb sogenannte Bereiche, die sich hinsichtlich der Gefährdung und damit der Zugangsautorisierung sowie der Schutzmaßnahmen unterscheiden (Tabelle A2.1). Der Hersteller unterscheidet auch oft die verschiedenen Betriebszustände wie Normalbetrieb/Produktion, Wartung und „Teachen“/Programmieren.

Tab. A2.1 Einteilung bzw. Festlegung der Zugangsbereiche und betroffener Personenkreise gemäß [5]

Bereich	kontrolliert	beschränkt	unkontrolliert und unbeschränkt
Personenkreis	hinsichtlich Lasersicherheit geschult und autorisiert	hinsichtlich Lasersicherheit ungeschult, aber unterwiesen	alle (wird von der OStrV nicht abgedeckt)

(6) Erläuterung zu einigen verwendeten Begriffen in Benutzerinformationen:

- Zugangsbereiche: Die meisten Laserbearbeitungsmaschinen befinden sich in einer Produktionshalle, das heißt in einem Bereich mit beschränktem Zugang. Beim Betrieb der Laser-Einrichtung werden die hinsichtlich Lasersicherheit ungeschulten, aber unterwiesenen Beschäftigten in der Produktionshalle durch die Einhausung der Laserbearbeitungsmaschine vor gefährlicher Laserstrahlung geschützt, wenn die Expositionsgrenzwerte – auch im Fehlerfall für z. B. 10 s/100 s/30 000 s – eingehalten werden.
- Wartungs-/Servicebetrieb: Bei Wartungs- oder Servicearbeiten kann bei geöffneten Gehäuseklappen „gefährliche“ Laserstrahlung von der Maschine emittiert werden. In diesen Fällen ergibt sich um die Laserbearbeitungsmaschine ein Laserbereich (siehe Abschnitt 4 des Teils „Allgemeines“ der TROS Laserstrahlung). Der entstehende Laserbereich muss mittels Abschirmungen (z. B. mobile Wände/Vorhänge/geeignete Rollos) abgegrenzt werden. In diesem Laserbereich dürfen nur Beschäftigte arbeiten, die die Gefährdungen kennen und die Schutzmaßnahmen anwenden können.

(7) Für die Autorisierungseinrichtung (z. B. Schlüssel) sind die Berechtigungen festzulegen.

(8) In der Umgebung von Laserbearbeitungsmaschinen, die bestimmungsgemäß in Bereichen mit beschränktem und kontrolliertem Zugang (siehe Tabelle A2.1) betrieben werden müssen, sind während des Betriebes die Expositionsgrenzwerte einzuhalten. Der Zugang von nicht autorisierten Beschäftigten muss durch technische Maßnahmen verhindert sein.

(9) Bei Laseranlagen mit Einhausungen, die nicht vollständig geschlossen sind (z. B. ein Laserschweißroboter ohne Dach) oder wenn es notwendig ist, dass sich Beschäftigte während des Laserbetriebs innerhalb des Schutzgehäuses befinden, sind die Gefährdungen besonders zu beurteilen. In diesen Fällen basiert die Lasersicherheit nicht ausschließlich auf technischen Maßnahmen, vielmehr sind zur vollständigen Gewährleistung der Lasersicherheit bestimmte weitere Maßnahmen notwendig. Diese Maßnahmen werden vom Hersteller in der Benutzerinformation beschrieben.

#### A2.1.2 Schutz während der Wartung

Wartungsarbeiten werden üblicherweise vom Betreiber durchgeführt. Dabei kann Laserstrahlung oberhalb der Grenzwerte für die Laserklasse 1 zugänglich werden. Der Hersteller hat das Risiko für verschiedene Wartungssituationen geprüft und, für den Fall von Überschreitungen der Expositionsgrenzwerte, entsprechende Sicherheitsmaßnahmen festgelegt. Diese sind bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und Festlegung der Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

##### Hinweis:

Sieht der Hersteller entsprechend der Benutzerinformation Wartungsarbeiten in Bereichen vor, in denen die Expositionsgrenzwerte überschritten werden können, ist eine mögliche Maßnahme, die Maschine vor Durchführung der Wartungsarbeiten auszuschalten.

### A2.1.3 Schutz während Service

Servicearbeiten (korrigierende Instandsetzungsarbeiten) werden in den Serviceunterlagen vom Hersteller beschrieben. Für den Fall, dass sich dabei Beschäftigte im Laserbereich befinden, hat der Arbeitsgeber eine Reihe von Schutzmaßnahmen zu realisieren. In der betrieblichen Praxis sind im Zusammenhang mit Servicearbeiten folgende Fälle zu unterscheiden:

- Vertraglich geregelter Fremdservice: z. B. durch den Hersteller bzw. eine durch ihn autorisierte Stelle. Bei diesen liegt dann die Verantwortung für den Laserschutz im Servicefall vor Ort.
- Eigenservice: Die zugängliche Strahlung kann bei Servicearbeiten der Laserklasse der Strahlungsquelle entsprechen (z. B. Laserklasse 4), diese entspricht in der Regel nicht der Klassifizierung für den Normalbetrieb (typisch Laserklasse 1).

### A2.2 Freistrahkende Laser, die in Mess-, Labor- und sonstigen Einrichtungen eingesetzt werden

(1) Diese sind gewöhnlich nach DIN EN 60825-1 [2] auf Basis der zugänglichen Strahlung klassifiziert. Da sich die Laserklassen (siehe Teil „Allgemeines“ der TROS Laserstrahlung) auf bestimmte Sicherheitsphilosophien beziehen, ist zunächst festzustellen, ob diese auch im konkreten Arbeitsumfeld angewendet werden können. Zum Beispiel bei der Verwendung von optischen Instrumenten (Teleskopen) ist dies zu prüfen, weil diese den Strahl ggf. stärker bündeln können.

(2) Bei Abweichungen müssen sich die Sicherheitsvorkehrungen nach den verbleibenden tatsächlichen Gefährdungen unter Nutzungsbedingungen richten. In einigen Fällen ist ein Laserbereich zu definieren und ggf. abzugrenzen bzw. zu kennzeichnen.

(3) Da sich die Klassifizierung nur auf deterministische Effekte der Laserstrahlung bezieht, ist der Einsatz zusätzlich auf mögliche Gefährdungen durch indirekte Auswirkungen zu prüfen. Dies kann mit Bezug auf mögliche vorübergehende Blendwirkungen unter Umständen auch für den Umgang mit Lasern der Klasse 1 gelten.

(4) Für Service und Wartung sind unter Umständen gesonderte Verfahrensweisen festzulegen (vgl. dazu Abschnitt A2.1).

### A2.3 LWLKS-Systeme und Komponenten

Diese sind gewöhnlich nach DIN EN 60825-2 [3] bewertet. Die vom Hersteller eingerichteten Sicherheitsvorkehrungen richten sich nach der Zugänglichkeit der Standorte an den dort (Steckverbindern, Spleißen, etc.) ausgewiesenen Gefährdungsgraden. Die aus Lichtwellenleitern austretende Laserstrahlung ist zumeist stark divergent, sodass die Expositionsbereiche im Allgemeinen räumlich stark begrenzt sind („Armlänge“). Hilfestellung für die Organisation und Durchführung von Wartungs- und Servicearbeiten bieten [3] und [11].

### A2.4 Show- und Projektionslaser

In der Regel handelt es sich um Laser der Klasse 3B oder 4. Für den Betrieb ist somit ein LSB zu bestellen. In der Gefährdungsbeurteilung müssen insbesondere der Expositionsbereich mit und ohne Laser-Schutzbrillen und sonstige Maßnahmen genau beschrieben werden.

Hinweis:

Das Hauptproblem beim Betrieb einer Showlaser-Anlage ist die zu vermeidende Exposition nicht unterwiesener Personen. Weitere Hinweise befinden sich in [10].

## **A2.5 Laser in der medizinischen Anwendung**

Es gilt das Medizinproduktegesetz. Hersteller von medizinisch (diagnostisch, chirurgisch oder therapeutisch) benutzten Laser-Einrichtungen zum Zweck der Laserbestrahlung von Teilen des menschlichen Körpers befolgen gewöhnlich im Sinne der Produktsicherheit die Norm DIN EN 60601-2-22 [1]. Die Geräte sind in der Regel prüfpflichtig und die Schutzmaßnahmen für das Bedienpersonal müssen in den Geräteanleitungen beschrieben sein. Weitere Hinweise befinden sich in [12].

## **A2.6 Nicht klassifizierte Laser-Einrichtungen**

Auch die Gefährdungen durch nicht klassifizierte Laser müssen bewertet werden, z. B. bei der Entwicklung, bei der Herstellung von Lasern oder bei Servicearbeiten an eingehausten Lasern in Laserbearbeitungsmaschinen (siehe Abschnitt A2.1). Die Strahlungsquelle innerhalb einer nicht klassifizierten Laserbearbeitungsmaschine wird in der Regel klassifiziert sein. In diesen Fällen können die Emissionsdaten des Lasers mit den Expositionsgrenzwerten verglichen (Berücksichtigung des Strahldurchmessers) und die entsprechenden Schutzmaßnahmen festgelegt werden. Übersteigt die abgeschätzte Laserklasse die Klasse 2M, ist für den Betrieb bzw. die entsprechenden Arbeiten an der betreffenden Laser-Einrichtung ein LSB zu bestellen.

## **A2.7 Handgeführte Laserbearbeitungsgeräte**

Hierbei handelt es sich um Laser-Einrichtungen, die zur Materialbearbeitung von Hand geführt und positioniert werden. Die Laserleistungen/-energien sind dabei so groß, dass Werkstoffe schmelzen, verdampfen oder Phasenübergänge in der Bearbeitungszone erzeugt werden. In der Regel liegt eine Konformitätsbewertung durch den Hersteller unter Bezugnahme auf die Norm DIN EN ISO 11553-2 [6] vor. Diese Norm verlangt explizit die Zuweisung einer Laserklasse für alle Betriebszustände, also auch für Wartung und Service. Eine Orientierung an der Risikobeurteilung des Herstellers ist nicht nur im Zusammenhang mit handgeführten Laserbearbeitungsgeräten empfehlenswert. Weitere Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung von handgeführten oder handpositionierten Laserbearbeitungsgeräten können auch nachgelesen werden in [18, 19].

## **A2.8 Hinweise zu Wartung und Service von Lasern**

(1) Erhöhen sich die Gefährdungen durch Laser-Einrichtungen während Wartung und Service, so hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass eine entsprechende Gefährdungsbeurteilung durchgeführt wird und die Schutzmaßnahmen für die höhere Gefährdung (entspricht in der Regel der einer höheren Laserklasse) festgelegt werden sowie eine entsprechende Unterweisung der Beschäftigten (vgl. § 8 OStrV) erfolgt.

(2) Eine Änderung der Gefährdungen während Wartung und Service kann vor allem bei Laser-Einrichtungen der Klasse 1, die eingebaute Laser höherer Klasse enthalten, auftreten. Beispiele für solche Laser-Einrichtungen sind Laserdrucker, Materialbearbeitungslaser und Lichtwellenleiter-Übertragungstrecken mit Lasersendern.

(3) Falls es während der Wartung oder des Service zur Überschreitung der Expositionsgrenzwerte kommen kann (z. B. beim Bruch von Lichtwellenleitern), sind für die Beschäftigten, die die Instandhaltung durchzuführen haben, die Schutzmaßnahmen so auszulegen, dass sie vor der Überschreitung der Expositionsgrenzwerte geschützt werden.

(4) Werden optische Geräte für Justier- und Einstellarbeiten, z. B. bei der Wartung und dem Service von Laser-Einrichtungen der Klassen 1M, 2M und 3A verwendet, können vergleichbare Gefährdungen wie bei den Laser-Einrichtungen der Klassen 3R oder 3B auftreten.

(5) Wird bei Wartung und Service ein LSB nach § 5 OStrV erforderlich, hat derjenige Arbeitgeber für die erforderlichen Schutzmaßnahmen und für die schriftliche Bestellung eines LSB zu sorgen, der die Wartung und den Service durchführt. Das Gleiche gilt auch bei Fremdwartung.

## **A2.9 Laserpointer**

(1) In Deutschland dürfen gemäß ProdSG nur Produkte auf dem Markt bereitgestellt werden, die bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung die Sicherheit und Gesundheit von Personen nicht gefährden. Diese allgemeine Forderung wird durch die „Technische Spezifikation zu Lasern als bzw. in Verbraucherprodukte(n)“ [9] für Verbraucherprodukte, die Laser sind oder beinhalten, konkretisiert. Danach dürfen Laserpointer als Verbraucherprodukte nur auf dem Markt bereitgestellt werden, wenn sie nach der DIN EN 60825-1:2008-05 [2] klassifiziert sind und den Laserklassen 1, 1M, 2 oder 2M entsprechen.

Hinweis:

Auf dem Markt werden oftmals Laserpointer in Verbraucherprodukten bereitgestellt, die z. B. als Klasse „IIa“, „IIIA“ oder „3a“ gekennzeichnet sind. Diese entsprechen nicht der geltenden DIN EN 60825-1 bis 2008, sondern sind nach den amerikanischen ANSI/CDRH-Regelungen klassifiziert. Diese Laser entsprechen in der Regel Lasern der Klasse 3R nach DIN EN 60825-1 bis Ausgabe 2008.

(2) Bei korrekter Klassifizierung und bestimmungsgemäßigem Gebrauch werden die Expositionsgrenzwerte bei Laserpointern eingehalten. Dennoch kann eine vorübergehende Blendung von Personen nicht ausgeschlossen werden und aus der Gefährdungsbeurteilung können sich folgende Verhaltensregeln für Laserpointer ergeben [20]:

- Den Laserstrahl nicht auf Personen richten (auch Laser der Klasse 1 dürfen nicht auf Personen gerichtet werden, da es durch vorübergehende Blendung zu Unfällen kommen kann).
- Nicht absichtlich in den direkten oder direkt reflektierten Strahl blicken.
- Falls Laserstrahlung der Klasse 1M (wenn sichtbar), 2 oder 2M ins Auge trifft, sind die Augen bewusst zu schließen und der Kopf sofort aus dem Strahl zu bewegen.



## Anhang 3

### Muster für die Dokumentation der Unterweisung

<b>Bestätigung der Unterweisung nach § 8 OStrV</b>
Name und Anschrift des Betriebs: _____
Betriebsteil, Arbeitsbereich: _____
Durchgeführt von: _____
Durchgeführt am: _____
Unterweisungsinhalte (insbesondere Gefahrenquellen, Maßnahmen zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz, Erste Hilfe): _____ _____ _____ _____ _____
Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass ich an der Unterweisung teilgenommen und den Inhalt verstanden habe.
Name, Vorname, Unterschrift _____ _____ _____
Bemerkungen:  _____
Unterschrift des Unterweisenden  _____
Geschäftsleitung z. K.  _____