

Claudia Schneeweiss
Jürgen Eichler
Martin Brose
Daniela Weiskopf

Leitfaden für Fachkundige im Laserschutz

Hilfe bei der Durchführung der
Gefährdungsbeurteilung nach OStrV



Springer Spektrum

Leitfaden für Fachkundige im Laserschutz

Claudia Schneeweiss · Jürgen Eichler ·
Martin Brose · Daniela Weiskopf

Leitfaden für Fachkundige im Laserschutz

Hilfe bei der Durchführung der
Gefährdungsbeurteilung nach OStrV

Claudia Schneeweiss
Fachbereich II, Beuth Hochschule für
Technik Berlin
Berlin, Deutschland

Jürgen Eichler
Fachbereich II
Beuth Hochschule für Technik Berlin
Berlin, Deutschland

Martin Brose
Fachkompetenzcenter Strahlenschutz
BG Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse
Köln, Deutschland

Daniela Weiskopf
Bundesamt für Strahlenschutz
Oberschleißheim, Bayern, Deutschland

ISBN 978-3-662-61241-5 ISBN 978-3-662-61242-2 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-61242-2>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Margit Maly

Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

*Ich widme dieses Buch meinen wundervollen
Töchtern Meike und Annika und meinem
Mann Christian, ohne die mein Leben sehr
viel ärmer wäre.*

Claudia Schneeweiss

*Ich widme dieses Buch meinem Sohn
Alexander und meiner Frau Evelyn.*

Jürgen Eichler

Vorwort

Verantwortlich für den Arbeitsschutz im Unternehmen sind die Arbeitgebenden. Diese müssen für jeden Arbeitsplatz eine Gefährdungsbeurteilung erstellen, geeignete Schutzmaßnahmen festlegen und umsetzen und deren Wirksamkeit regelmäßig überprüfen. Um die Arbeitgebenden hierbei zu entlasten, ist im Arbeitsschutzgesetz daher festgelegt, dass die Arbeitgebenden nach § 13 (2) zuverlässige und fachkundige Personen schriftlich damit beauftragen können, ihnen obliegende Aufgaben nach diesem Gesetz in eigener Verantwortung wahrzunehmen [1]. Dieses können Vorgesetzte wie z. B. Referatsleitende, Abteilungsleitende, Prokuristen, Meister oder Schichtleitende sein. Das vorliegende Buch soll klären und Hilfestellung dabei geben, welche Aufgaben diese Fachkundigen im Laserschutz haben und welche Qualifikationen sie für die ordnungsgemäße Wahrnehmung der ihnen übertragenen Aufgaben mitbringen müssen. Insofern richtet sich das Buch sowohl an Arbeitgebende als auch an Vorgesetzte, welche Pflichten zum Laserschutz übertragen bekommen haben.

Nach der im Laserschutz geltenden Arbeitsschutzverordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstlicher optischer Strahlung OStrV [2] werden Fachkundige für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung und für Messungen und Berechnungen gefordert. Die für Laserschutzbeauftragte geforderten Fachkenntnisse wurden bereits in unserem Buch „Leitfaden für Laserschutzbeauftragte“ [3] ausführlich bearbeitet. Dieses Buch vermittelt die Kenntnisse, welche erforderlich sind, um eine Gefährdungsbeurteilung und Messungen und Berechnungen zum Laserschutz an Laserarbeitsplätzen fachkundig durchführen zu können.

Die Themen des Buches sind in fünf Teile mit jeweils mehreren Kapiteln gegliedert, welche teilweise durch Übungen ergänzt werden.

Teil I des Buches betrachtet die rechtlichen, technischen, physikalischen und biologischen Grundlagen des Laserschutzes. Als Einstieg wird in Kap. 1 ein Überblick über die rechtlichen Grundlagen gegeben. Es werden die wesentlichen Merkmale des dualen Arbeitsschutzsystems in Deutschland erklärt, die wichtigsten Gesetze und Verordnungen betrachtet und im Anschluss daran wird auf die im Laserschutz spezifischen Regelungen eingegangen. Von großer Bedeutung ist hierbei die Verordnung zum Schutz der Arbeitnehmer vor künstlicher optischer Strahlung (OStrV) und deren Konkretisierung durch die Technischen Regeln Laserstrahlung (TROS Laser), deren Inhalte beschrieben werden. Eine weitere

wichtige Rolle im Arbeitsschutz spielt die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), deren Vorschriften, Informationen und Regeln ebenfalls aufgezeigt und besprochen werden. Abgerundet wird das Kapitel mit Informationen zu den im Laserschutz anwendbaren Normen, welche vor allem für die Hersteller bei der Klassifizierung von Laseranlagen von Bedeutung sind, aber auch den Fachkundigen wichtige Informationen liefern können. Unter anderem wird die Vorgehensweise bei einer einfachen Klassifizierung eines Lasersystems vorgestellt.

Im Anschluss daran werden in Kap. 2 die physikalischen Grundlagen der Laserstrahlung erläutert. Dieses Wissen ist notwendig, da die besonderen Eigenschaften der Laserstrahlung, wie z. B. die Wellenlänge, die geringe Divergenz und hohe Leistungs- bzw. Energiedichten, zum einen die vielfachen Anwendungen des Lasereinsatzes ermöglichen, zum anderen aber auch die Grundlage des Gefährdungspotenzials darstellen. Nach einer kurzen Einführung in die Funktion des Lasers werden dessen Eigenschaften erläutert und der Unterschied zwischen kohärenter und inkohärenter Strahlung beschrieben. Danach wird auf den Aufbau und die Funktion des Lasers eingegangen. Weiterhin werden verschiedene Lasersysteme vorgestellt, es werden die Strahlparameter wie Strahlradius und Strahldivergenz beschrieben und die Strahlführung durch Linsen und Fasern bearbeitet.

Das Kap. 3, Messungen von Laserstrahlung und Geräte, gibt eine Einführung in die Funktion und den Umgang mit Messgeräten zur Bestimmung der Parameter wie z. B. Leistung, Energie und Wellenlänge der Laserstrahlung. Daneben werden verschiedene Möglichkeiten der Abschirmung und die Bestimmung des Laserbereichs beschrieben.

Es folgt in Kap. 4 eine Beschreibung der biologischen Wirkungen der Laserstrahlung, welche zum Verständnis der Entstehung eines Laserschadens benötigt werden. Wichtige neue Erkenntnisse hierzu wurden von Frau Dr. Bettina Hohberger von der Augenklinik des Universitätsklinikums Erlangen zum Thema Augengefährdung und von Frau Dr. Stephanie Albrecht, von der Beuth Hochschule für Technik und der Charité Berlin, zum Thema Hautgefährdung beigetragen. Es wird in diesem Kapitel zunächst auf die optischen Eigenschaften von Gewebe wie Absorption, Streuung und Reflexion von optischer Strahlung eingegangen und im Anschluss daran ein Überblick über die verschiedenen Wechselwirkungen von Laserstrahlung mit Gewebe gegeben. Je nach Bestrahlungsdauer und Leistungs- bzw. Energiedichte kommt es zu unterschiedlichen Gewebereaktionen, wie der thermischen Wirkung, der fotochemischen Wirkung und zu nichtlinearen Effekten, welche bei sehr hohen Intensitäten auftreten können. Da die Art der Wirkung auch von der Eindringtiefe und somit von der Wellenlänge der Strahlung abhängt, wird auch darauf intensiv eingegangen. Weiterhin wird eine Übersicht über den Schadensort (Auge oder Haut) und die jeweilige Wirkung gegeben. Übungen mit Lösungen runden das Thema ab.

In *Teil II* des Buches wird auf die im Laserschutz wichtigen Grenzwerte eingegangen. Ein ganz wesentlicher Aspekt stellt das Verständnis der Expositionsgrenzwerte (EGW) dar, welche in Kap. 5 behandelt werden. Diese geben die Grenzen von Leistungs- bzw. Energiedichte an, ab welchen mit einem Augen- bzw. Hautschaden zu rechnen ist. Die Expositionsgrenzwerte hängen

in komplizierter Weise von der Bestrahlungsdauer und der Wellenlänge ab. Es werden diese Grenzwerte erklärt, typische Expositionsdauern aufgezeigt und die sogenannte „scheinbare Quelle“ erklärt, welche die Größe des Netzhautbildes bestimmt und Einfluss auf die Höhe des EGW hat. Es wird veranschaulicht, wie Expositionsgrenzwerte sowohl anhand einer vereinfachten Tabelle als auch unter zu Hilfenahme ausführlicher Tabellen aus der TROS Laserstrahlung (Teil 2) ermittelt werden können. Einige Beispiele vertiefen das Verständnis.

Die in Kap. 6 beschriebenen Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS) werden vom Laserhersteller angewandt, um die Laser bzw. Lasersysteme in sogenannte Laserklassen einzuteilen. Für die Anwender sind die Laserklassen ein erster Hinweis auf die Gefährdung, die von dem Lasergerät ausgehen kann. Es wurde ein System von 8 Laserklassen entwickelt, wobei die Gefährdung von unten (Klasse 1) nach oben (Klasse 4) steigt. Für eine bessere Verständlichkeit werden die Voraussetzungen für die Laserklassen beschrieben und beispielhaft Grenzwerte berechnet und aufgezeigt. Die Klassifizierung ist sehr aufwändig und erfordert viel Fachwissen und die nötige Infrastruktur zur Messung der Laserstrahlung. An einem Beispiel wird die Vorgehensweise bei der Klassifizierung eines Lasers beschrieben.

Teil III des Buches beschäftigt sich mit der Ermittlung von Gefährdungen am Arbeitsplatz und daraus resultierenden Schutzmaßnahmen. Hierbei ist es wichtig, sich mit den jeweiligen Arbeitsabläufen vertraut zu machen. Es wird zwischen direkten und indirekten Gefährdungen unterschieden. Die in Kap. 7 beschriebenen direkten Gefährdungen entstehen durch direkte, reflektierte und gestreute Laserstrahlung. Sie betreffen nur die Augen und die Haut, da die Laserstrahlung relativ stark vom Gewebe absorbiert wird und nicht zu den Organen vordringen kann. Der Schaden wird durch die Laserstrahlung selbst verursacht und kann je nach Wellenlänge unterschiedliche Bereiche betreffen. Es wird beschrieben, welche Gefährdungen bei der Einwirkung von Laserstrahlung im UV-Bereich, im sichtbaren- und im infraroten Bereich auf Auge und Haut auftreten und welche Wirkung diese haben kann.

Indirekte Gefährdungen werden ebenfalls in Kap. 7 betrachtet. In Expertenkreisen inzwischen unbestritten ist die indirekte Gefährdung durch die Blendung im sichtbaren Wellenlängenbereich. Bereits sehr kleine Laserleistungen können dazu führen, dass Personen nach einer Bestrahlung der Augen einige Minuten lang nichts sehen. Dies ist in verschiedenen Arbeitssituationen, wie z. B. dem Führen eines Fahrzeugs oder dem Arbeiten auf Leitern, ein ernst zu nehmendes Problem, da die Sehbehinderung zu einem Unfall führen kann. Eine weitere indirekte Gefährdung kann durch inkohärente optische Strahlung entstehen, wie sie z. B. beim Schweißen von Materialien entsteht. Dort wo mit extrem kurz gepulster Laserstrahlung gearbeitet wird, ist außerdem mit der Entstehung von Röntgenstrahlung zu rechnen. Kann dies nicht ausgeschlossen werden, so ist ein Strahlenschutzbeauftragter hinzuzuziehen, der die Gefährdung beurteilen und gegebenenfalls Schutzmaßnahmen festlegen muss. Weitere nicht zu unterschätzende Gefährdungen bestehen in der Brand- und Explosionsgefahr von Stoffen und Stoffgemischen, welche durch Laserstrahlung in Brand gesetzt bzw.

zur Explosion gebracht werden können und die Entstehung von toxischen und infektiösen Stoffen bei der Einwirkung von Laserstrahlung.

Wurde im Unternehmen festgestellt, dass vom Laserarbeitsplatz Gefährdungen ausgehen, so müssen dementsprechende Schutzmaßnahmen getroffen werden. Hierbei ist nach dem sogenannten STOP-Prinzip, welches ausführlich beschrieben wird, vorzugehen. Zunächst einmal ist eine Substitution durchzuführen, welche in Kap. 8 beschrieben wird. Dies bedeutet, dass der Arbeitgeber vor dem Kauf bzw. Einsatz eines Arbeitsmittels prüfen soll, ob es ein geeignetes anderes Arbeitsmittel mit einer geringeren Gefährdung gibt, und dieses dementsprechend dann einsetzt. Ist dies nicht möglich, sollen zunächst technische und bauliche, dann organisatorische und zuallerletzt personenbezogene Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Kap. 9 befasst sich mit möglichen technischen Schutzmaßnahmen, welche aber nur eine Auswahl darstellen.

Danach werden in Kap. 10 organisatorische Schutzmaßnahmen, wie die Bestellung der Laserschutzbeauftragten, das Abgrenzen und Kennzeichnen des Laserbereichs sowie dessen Zugangsregelung, beschrieben. Es wird gezeigt, wie eine Betriebsanweisung für die Beschäftigten auszusehen hat, wann die Arbeitsmedizinische Vorsorgeverordnung Anwendung findet und wie man sich nach einem Unfall verhalten muss.

Kap. 11 widmet sich dann dem Thema der personenbezogenen Schutzmaßnahmen mit dem Schwerpunkt auf Laserschutz- und Laserjustierbrillen. Um die richtigen Brillen anschaffen und beurteilen zu können, ist einiges an Wissen erforderlich. Es wird erklärt, nach welchem Prinzip Schutzbrillen arbeiten und was sich hinter der Kennzeichnung auf dem Gestell oder den Filtern verbirgt. Weiterhin werden beispielhaft mit Hilfe von Tabellen Schutzstufen von Brillen für den Schutz vor Strahlung aus Dauerstrich- und Impulslasern ermittelt. Zum Schluss werden Hinweise zum Arbeiten mit Schutzbrillen im Laserbereich gegeben und es wird kurz auf Schutzkleidung eingegangen.

Kap. 12 befasst sich mit einem wichtigen Instrument des Arbeitsschutzes, der Unterweisung. Es wird beschrieben, wer unterweisen muss, wer die Personen sind, die unterwiesen werden müssen und wann und wie eine Unterweisung zu erfolgen hat.

Kap. 13 beschäftigt sich mit einer speziellen Anwendung des Lasers, dem Einsatz bei Lasershows und Laserprojektionen.

In *Teil IV des Buches* wird in Kap. 14 ausführlich auf die Erstellung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung eingegangen.

Um den Fachkundigen die Arbeit zu erleichtern, werden in Kap. 15 einige exemplarische Beispiele von Gefährdungsbeurteilungen aus verschiedenen Anwendungsbereichen entworfen, welche als Vorlage zum eigenen Entwurf der Gefährdungsbeurteilung dienen können.

Abgerundet wird das Buch durch häufige Fragen (FAQ) und deren Beantwortung, die im Rahmen von Fachkunde- und Laserschutzkursen an die Autorinnen und die Autoren herangetragen wurden.

Den Abschluss des Buches bilden in *Teil V* verschiedene Anlagen. Dort finden sich die aktuelle OStrV, eine Formelsammlung zum Laserschutz, Beispiele für Betriebsanweisungen aus unterschiedlichen Bereichen, eine Vorlage für die Bestellung von Laserschutzbeauftragten und eine Vorlage für eine Unterweisung.

Die Autorinnen und die Autoren haben sich mit dem Genderaspekt der Sprache befasst und soweit wie möglich genderneutrale Formen benutzt. Wo dies aus Gründen der Lesbarkeit nicht möglich ist, sind bei der Benutzung der männlichen Form immer auch die Frauen mit gemeint.

Berlin Köln München
im März 2020

Claudia Schneeweiss
Jürgen Eichler
Martin Brose
Daniela Weiskopf

Literatur

1. Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG. http://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/__13.html. Zugegriffen: 6. Nov. 2017
2. Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – OStrV). <https://www.gesetze-im-internet.de/ostrv/BJNR096010010.html>. Zugegriffen: 7. Nov. 2017
3. Schneeweiss, C., Eichler, J., Brose, M.: Leitfaden für Laserschutzbeauftragte. Springer Spektrum, Heidelberg (2017)

Danksagung

An der Entwicklung dieses Buches waren neben den Autoren viele weitere Menschen beteiligt, die durch thematische Diskussionen, Vorarbeiten auf dem Gebiet des Laserschutzes und mit Korrekturen geholfen haben, das Buch zu verwirklichen.

Ganz besonders möchten wir uns bei unseren Ansprechpartnerinnen vom Springer Verlag Frau Stella Schmoll und Frau Margit Maly bedanken, die uns während des Entstehungsprozesses des Buches begleitet haben und uns immer mit Rat und Tat zur Seite standen.

Ein großer Dank geht an Frau Dr. Bettina Hohberger von der Augenklinik des Universitätsklinikums Erlangen und Frau Dr. Stephanie Albrecht von der Beuth Hochschule für Technik und der Charité Berlin, die mit ihren Beiträgen das Buch sehr bereichert haben.

Unser Dank geht auch an Herrn Dr. Thomas Collath, stellvertretender Geschäftsführer des Ingenieurbüros Goebel, der uns mit Kompetenz und Fachwissen zum Thema Klassifizierung von Lasersystemen beraten hat.

Ein weiterer Dank richtet sich an Prof. Dr. Wolfgang Wollmer vom UKE Hamburg, der durch seine Forschungen auf dem Gebiet der Entstehung von ionisierender Strahlung beim Einsatz von UKP-Lasern zur Entstehung dieses Buches beigetragen und uns Bildmaterial zur Verfügung gestellt hat.

Bedanken möchten wir uns auch bei Herrn Carsten Stoldt, von der BG ETEM, der uns bei den rechtlichen Grundlagen fachkundig unterstützt hat und bei Herrn Prof. Tassilo Seidler von der Beuth Hochschule für Technik Berlin, der uns auf dem Gebiet der biologischen Wirkungen beraten hat.

Unser Dank gilt Herrn Dr. Christian Sinn, Inhaber des Köln.Optik Ingenieurbüros, der uns durch die Korrekturen der Berechnungen dieses Buches sehr unterstützt hat.

Einige Bilder wurden uns von Firmen überlassen, die in den jeweiligen Bildlegenden zitiert sind. Auch ihnen gehört unser Dank.

Claudia Schneeweiss
Jürgen Eichler
Martin Brose
Daniela Weiskopf

Inhaltsverzeichnis

Teil I Rechtliche, technische, physikalische und biologische Grundlagen	
1	Rechtliche Grundlagen 3
2	Physikalische Grundlagen der Lasertechnik 21
3	Messungen von Laserstrahlung und Geräte. 61
4	Biologische Wirkung von Laserstrahlung 81
Teil II Grenzwerte	
5	Expositionsgrenzwerte (EGW) 129
6	Laserklassifizierung und Laserklassen 173
Teil III Gefährdungen und Schutzmaßnahmen	
7	Gefährdungen durch Laserstrahlung 205
8	Substitution 225
9	Technische und bauliche Schutzmaßnahmen 229
10	Organisatorische Schutzmaßnahmen 253
11	Persönliche Schutzausrüstung (PSA), insbesondere Schutzbrillen 271
12	Unterweisung 309
13	Show- und Projektionslaser 315
Teil IV Gefährdungsbeurteilung, Durchführung und Beispiele	
14	Die Gefährdungsbeurteilung 329
15	Beispiele für Gefährdungsbeurteilungen verschiedener Anwendungsbereiche 355

Teil V Anhang

16	Anlage 1: Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – OStrV)	419
17	Anlage 2: Formelsammlung für den Laserschutz	429
18	Anlage 3: Beispielhafte Betriebsanweisungen	433
19	Anlage 4: Bestellung zum/zur Laserschutzbeauftragten	441
20	Anlage 5: Nachweis der jährlichen Unterweisung zum Laserschutz nach OStrV (§ 8)	443
21	Anlage 6: FAQ	445
	Stichwortverzeichnis	455

Teil I
Rechtliche, technische, physikalische und
biologische Grundlagen



Inhaltsverzeichnis

1.1	Staatliche Regelungen des Laserschutzes	5
1.1.1	EU-Richtlinie 2006/25/EG	5
1.1.2	Arbeitsschutzgesetz	6
1.1.3	Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)	6
1.1.4	Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)	7
1.1.5	Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV)	7
1.1.6	Technische Regeln Laserstrahlung (TROS Laserstrahlung)	7
1.1.7	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)	11
1.2	Vorschriften- und Regelwerk der DGUV	12
1.2.1	DGUV Vorschriften und Regeln	13
1.2.2	DGUV Grundsatz	14
1.2.3	Fachausschussinformationen	14
1.3	Produktsicherheit	14
1.3.1	Produktsicherheitsrichtlinie	15
1.3.2	Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG	15
1.3.3	Maschinenrichtlinie 2006/42/EG	15
1.4	Normen und Regeln der Technik	16
1.4.1	Normen zum Laserschutz	17
1.5	Verantwortung im Arbeitsschutz	17
	Literatur	18

Damit die Fachkundigen ihrer verantwortungsvollen Position im Gesundheits- und Unfallschutz gerecht werden können, müssen sie auch im Bereich der rechtlichen Grundlagen Kenntnisse erwerben.

Der Arbeitsschutz basiert heute auf dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) von 1996 [1], gemäß welchem die Arbeitgeber verpflichtet sind, die Beschäftigten vor Gefahren bei der Arbeit zu schützen. Die Forderungen im Arbeitsschutzgesetz legen hierbei den Rahmen fest, welcher dann von den Arbeitgebern umgesetzt werden muss. Die Spannweite der Aufgaben reicht dabei von der sicheren Planung

und Errichtung der Arbeitsplätze, über die Beurteilung von Gefährdungen, die Festlegung geeigneter Schutzmaßnahmen und deren Umsetzung, bis zur Unterweisung der Beschäftigten.

Neben dem staatlichen Arbeitsschutz gibt es noch das System der Unfallverhütung durch die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), sodass der Arbeitsschutz aus zwei Säulen (duales System) besteht. Beide Systeme arbeiten eng zusammen, um den Arbeitsschutz so sicher wie möglich zu gestalten und Rechtssicherheit für die Unternehmen und die Beschäftigten zu schaffen. Im Rahmen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) haben sich alle Parteien dazu verpflichtet, bei der Beratung und Überwachung der Betriebe aufeinander abgestimmt vorzugehen [2].

Der Arbeitsschutz in Deutschland ist, wie in Abb. 1.1 gezeigt, hierarchisch aufgebaut und basiert heute auf europäischem Recht. Europäische Richtlinien zum Arbeitsschutz müssen in den Mitgliedsländern innerhalb einer bestimmten Frist in nationales Recht umgesetzt werden.

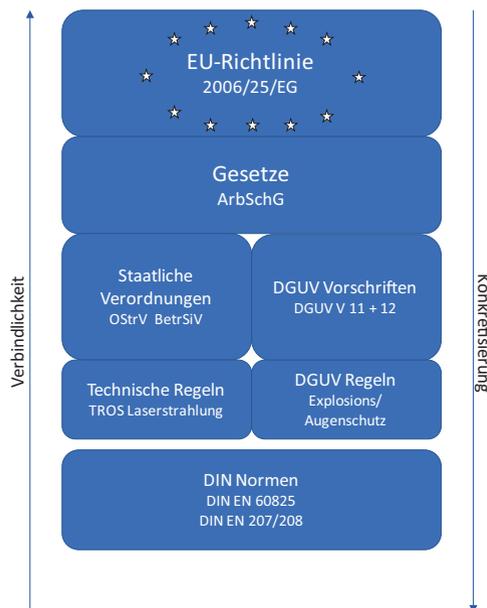


Abb. 1.1 Die Hierarchie im Laserschutz

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ASIG	Arbeitssicherheitsgesetz.
ChemG	Chemikaliengesetz.
ProdSiG	Produktsicherheitsgesetz
MPG	Medizinproduktegesetz.
MuSchG	Mutterschutzgesetz.
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz.
SGB VII	Siebttes Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Unfallversicherung.
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
OStrV	Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung.
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung.
TROS	Technische Regeln Optische Strahlung.

1.1 Staatliche Regelungen des Laserschutzes

Der Laserschutz, als Teil des Arbeitsschutzes, basiert im Wesentlichen auf der EU-Richtlinie 2006/25/EG, welche in Deutschland auf Basis des Arbeitsschutzgesetzes mit der **Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (OStrV) am 27. Juli 2010** in nationales Recht umgesetzt wurde. Die OStrV wurde durch Art. 5 Abs. 6 vom 18.10.2017 geändert.

Im Folgenden werden die für den Laserschutz wesentlichen rechtlichen Grundlagen in hierarchischer Reihenfolge vorgestellt. Es wird hierbei kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

1.1.1 EU-Richtlinie 2006/25/EG

Die *Europäische Richtlinie 2006/25/EG Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung)* ist die Grundlage für die Vereinheitlichung des Schutzes vor künstlicher optischer Strahlung in den Mitgliedsländern. Die Umsetzung in nationales Recht hatte bis 2010 zu erfolgen. Die zentralen Themen sind die Gefährdungsbeurteilung der Arbeitsplätze mit künstlicher optischer Strahlung, die verbindliche Festlegung von Expositionsgrenzwerten als Mindeststandards in Europa sowie die Orientierung zur Festlegung von geeigneten Schutzmaßnahmen und die Unterweisung der Beschäftigten.

Zum besseren Verständnis dieser EU-Richtlinie wurde in der EU ein sogenannter Leitfaden erarbeitet:

Der unverbindliche Leitfaden der Europäischen Kommission für bewährte Praktiken zur Umsetzung der Richtlinie 2006/25/EG legt Anwendungen mit minimalen Risiken fest und gibt Hinweise zu weiteren Anwendungen. Er enthält eine Bewertungsmethode und beschreibt Maßnahmen zur Verminderung von Gefahren und zur Untersuchung gesundheitsschädlicher Auswirkungen [3].

In Deutschland ist er unter dem Namen *Ein unverbindlicher Leitfaden zur Richtlinie 2006/25/EG über künstliche optische Strahlung* entweder als Printausgabe oder im Internet auf den Seiten der Europäischen Kommission und den Seiten der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) erhältlich. Zielgruppe sind die Staaten der EU, die auf der Basis des Leitfadens z. B. Technische Regeln erlassen können. Ferner können Fachkundige auf Basis des Leitfadens Gefährdungsbeurteilungen durchführen, sofern der eigene Staat keine anderen Festlegungen gibt.

1.1.2 Arbeitsschutzgesetz

Das *Arbeitsschutzgesetz* (ArbSchG) hat den Zielgedanken der Sicherung und Verbesserung des Arbeitsschutzes und der Vermeidung von Gefahren am Arbeitsplatz. Damit setzt es das im Grundgesetz Artikel 2 geforderte Recht der Menschen auf körperliche Unversehrtheit um. Das ArbSchG regelt die allgemeinen Pflichten und Aufgaben der Arbeitgeber. Es fordert u. a. die Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung und die Unterweisung der Beschäftigten. Das ArbSchG regelt auch die Übertragung von Unternehmerpflichten, die arbeitsmedizinische Vorsorge und die Pflichten und Rechte der Beschäftigten.

1.1.3 Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Die *Betriebssicherheitsverordnung* hat als Zielgedanken die Regelung der Anforderungen an das Bereitstellen von geeigneten Arbeitsmitteln durch den Arbeitgeber. Die Anforderungen aus der BetrSichV werden in den Technischen Regeln für Betriebssicherheit TRBS 1201 konkretisiert. Bei der Auswahl der Arbeitsmittel und der Einrichtung der Arbeitsplätze hat der Arbeitgeber auch auf altersbezogene physiologische Veränderungen der Beschäftigten zu achten. Er ist also verpflichtet, gegenwärtige und zukünftige Entwicklungen zu berücksichtigen. Ein Beispiel hierfür ist die im Alter eingeschränkte Beweglichkeit der Gelenke. Der Arbeitsplatz muss dahingehend eingerichtet werden, dass z. B. bestimmte Körperhaltungen vermieden werden. Weiterhin hat der Arbeitgeber die psychische Belastung am Arbeitsplatz zu bewerten. Beispiele hierfür sind Mobbing, zu hohe Erwartung an die Beschäftigten und nachlassende Leistungsfähigkeit im Alter.

1.1.4 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

Die *Gefahrstoffverordnung* (GefStoffV) hat den Zielgedanken des Schutzes von Mensch und Umwelt vor Gefahrstoffen und fordert Schutzmaßnahmen der Beschäftigten und anderer Personen bei Tätigkeiten mit diesen. Zentrale Themen sind die Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsplatzes, Schutzmaßnahmen und die Unterweisung der Beschäftigten. Zur Konkretisierung dieser Verordnung dienen die *Technischen Regeln für Gefahrstoffe* (TRGS).

1.1.5 Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV)

In Deutschland wurde am 19. Juli 2010, basierend auf der EU-Richtlinie 2006/25/EG, die *Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung* – OStrV erlassen, welche im November 2016 und letztmalig am 18.10.2017 im Bundesrat geändert wurde. Die OStrV deckt sowohl den Bereich der kohärenten Strahlung (Laserstrahlung) als auch der inkohärenten Strahlung (IOS) ab und hat als Zielgedanken den Schutz der Arbeitnehmer vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung. Zentrale Themen sind die Gefährdungsbeurteilung der Arbeitsplätze, Expositionsgrenzwerte und die Unterweisung der Beschäftigten. Das Inhaltsverzeichnis der OStrV ist in Tab. 1.1 Inhalte der Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – OStrV [4] gezeigt.

1.1.6 Technische Regeln Laserstrahlung (TROS Laserstrahlung)

Technische Regeln lösen die sogenannte Vermutungswirkung aus und bieten dadurch Rechtssicherheit für den Anwender. So kann der Arbeitgeber bei der Anwendung der Technischen Regeln davon ausgehen, die entsprechenden Arbeitsschutzvorschriften einzuhalten. Weicht der Arbeitgeber von der Technischen Regel ab oder wählt eigenständig eine andere Lösung zur Erfüllung der Verordnung, ist die gleichwertige Erfüllung durch den Arbeitgeber mit Angabe des Grundes für die entsprechenden Maßnahmen nachzuweisen und schriftlich zu dokumentieren [5].

Tab. 1.1 Inhalte der Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – OStrV [4]

Abschnitt 1	Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen
Abschnitt 2	Ermittlung und Bewertung der Gefährdung durch künstliche optische Strahlung; Messungen
Abschnitt 3	Expositionsgrenzwerte für und Schutzmaßnahmen gegen künstliche optische Strahlung
Abschnitt 4	Unterweisung der Beschäftigten bei Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung; Beratung durch den Ausschuss für Arbeitssicherheit
Abschnitt 5	Straftaten und Ordnungswidrigkeiten

Um die Verordnung OStrV in die Praxis umzusetzen und rechtssicher anwenden zu können, wurden durch den Ausschuss für Betriebssicherheit sowohl für die Laserstrahlung als auch für die inkohärente optische Strahlung *Technische Regeln Optische Strahlung* (TROS) erarbeitet. Die TROS *Laserstrahlung* [5] wurde erstmalig im Juli 2015 durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) im *Gemeinsamen Ministerialblatt* Nr. 12–15/2015 veröffentlicht und ist sowohl im Internet auf den Seiten des BMAS (<https://www.bmas.de>) als auch in gedruckter Form beim BMAS, Referat Information, Publikation, Redaktion in 53.107 Bonn erhältlich (Anfragen per Email an: publikationen@bundesregierung.de). Die TROS Laserstrahlung wurde 2018 aktualisiert.

Der Zielgedanke der TROS Laserstrahlung ist die Konkretisierung der Anforderungen aus der OStrV. Sie gibt Hilfestellung bei den zentralen Themen Gefährdungsbeurteilung der Arbeitsplätze, Messungen und Berechnungen von Expositionen, sie enthält Tabellen zu den Expositionsgrenzwerten und beschreibt Schutzmaßnahmen. Der Inhalt der TROS Laserstrahlung ist in Tab. 1.2 dargestellt.

Teil „Allgemeines“ Im Teil „Allgemeines“ werden wesentliche Begriffe hinsichtlich der Laserstrahlung erläutert, die bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung, Messungen, Berechnungen und der Festlegung von Schutzmaßnahmen relevant sind. Hier werden z. B. die radiometrischen Größen und die Größen zur Laserstrahlcharakterisierung definiert sowie die Betriebszustände einer Laser-Einrichtung beschrieben, die bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung zu unterscheiden sind.

In diesem Teil werden auch die Aufgaben und Anforderungen an die Kenntnisse eines Laserschutzbeauftragten bestimmt.

Die Anlagen zum Teil „Allgemeines“ erläutern das Laserprinzip und die Eigenschaften der Laserstrahlung, geben einen Überblick über Lasertypen und Laseranwendungen und stellen die biologischen Wirkungen optischer Strahlung mit möglichen Schädigungen der Augen und der Haut dar. Des Weiteren werden alle, auch alte Laserklassen, aus Sicht des Arbeitsschutzes beschrieben, die Kennzeichnung der Laser-Einrichtungen wird erläutert und es werden Beispiele für die Kennzeichnung der Laserklassen angegeben.

Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung“ In Teil 1 wird die Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung detailliert beschrieben. Neben den Grundsätzen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung, wie u. a. die Ermittlung und Bewertung von Laserstrahlen am Arbeitsplatz, wird ausführlich auf die Informationsermittlung eingegangen. Weitere Themen sind die arbeitsmedizinische Vorsorge, die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und die Unterweisung der Beschäftigten. Weiterhin werden die allgemeine medizinische Beratung, Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeitsprüfung sowie die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung beschrieben.

Ausführliche Anlagen des Teils 1 geben Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung bei Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen, zu Laserbearbeitungsmaschinen,

Tab. 1.2 Inhalt der Technischen Regeln Laserstrahlung (TROS Laserstrahlung)

Teil	Abschnitt
Teil Allgemeines	Anwendungsbereich
	Verantwortung und Beteiligung
	Gliederung der TROS Laserstrahlung
	Begriffsbestimmungen und Erläuterungen
	Der Laserschutzbeauftragte (LSB)
	Literaturhinweise
	Anlage 1 Grundlagen zur Laserstrahlung
	Anlage 2 Lasertypen und Anwendungen
	Anlage 3 Biologische Wirkung von Laserstrahlung
	Anlage 4 Laserklassen
Teil 1 Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung	Anlage 5 Beispiele für die Kennzeichnung der Laserklassen
	Anwendungsbereich
	Begriffsbestimmungen
	Grundsätze zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung
	Informationsermittlung
	Arbeitsmedizinische Vorsorge
	Durchführung der Gefährdungsbeurteilung
	Unterweisung der Beschäftigten
	Allgemeine arbeitsmedizinische Beratung
	Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsüberprüfungen
	Dokumentation
	Literaturhinweise
	Anlage 1 Beurteilung der Gefährdung bei Tätigkeiten mit Lasern für Lichtwellenleiter-Kommunikationssysteme (LWLKS)
	Anlage 2 Beispiele und wichtige Punkte für spezielle Gefährdungsbeurteilungen
Anlage 3 Muster für die Dokumentation der Unterweisung	
Teil 2 Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung	Anwendungsbereich
	Begriffsbestimmungen
	Vorgehen bei Messungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung
	Einflussfaktoren bei der Ermittlung der Expositionsgrenzwerte
	Beispiele zur Berechnung von Expositionen und Expositionsgrenzwerten
	Literaturhinweise
	Anlage 1 Messgrößen und Parameter zur Charakterisierung von Laserstrahlung
	Anlage 2 Messgrößen und Parameter für die Berechnung oder die Messung von Laserstrahlung
	Anlage 3 Beschreibung von Messgeräten
	Anlage 4 Expositionsgrenzwerte

(Fortsetzung)

Tab. 1.2 (Fortsetzung)

Teil	Abschnitt
Teil 3 Schutzmaßnahmen	Anwendungsbereich
	Begriffsbestimmungen
	Bestellung eines Laserschutzbeauftragten
	Grundsätze bei der Feststellung und Durchführung von Schutzmaßnahmen
	Unterweisung
	Betriebsanweisung
	Literaturhinweise
	Anlage 1 Schutzmaßnahmen bei bestimmten Tätigkeiten, Verfahren und Betrieb spezieller Laser
	Anlage 2 Zuordnung von Maßnahmen
	Anlage 3 Beispiele zur Kennzeichnung und Abgrenzung von Laserbereichen
	Anlage 4 Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS)

zu Show- und Projektionslasern (Anmerkung: Hierzu gehören auch Laserpointer), zu Lasern in medizinischen Anwendungen und zu nicht klassifizierten Laser-Einrichtungen.

Teil 2 „Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung“ Im Teil 2 wird die Vorgehensweise bei Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung und dem Vergleich der Messergebnisse mit den Expositionsgrenzwerten beschrieben. Die Expositionsgrenzwerte, die in der Anlage des Teils 2 angegeben werden, entsprechen weitestgehend den bisher maximal zulässigen Bestrahlungswerten für Laserstrahlung (MZB-Werten) der DGUV Vorschrift 11 bzw. 12 (Unfallverhütungsvorschrift BGV B2 bzw. GUV-V B2) „Laserstrahlung“. Dieser Teil wendet sich u. a. an die fachkundigen Personen, die in Einzelfällen eine Bewertung anhand der Expositionsgrenzwerte durchführen müssen. Die komplexen Rechnungen und Bewertungen können jetzt anhand der umfangreichen Beispiele in diesem Teil nachvollzogen werden.

Teil 3 „Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Laserstrahlung“ Nach Informationen zu den Laserschutzbeauftragten wird auf die wichtigsten Schutzmaßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Laserstrahlung eingegangen. Es werden die Grundsätze bei der Festlegung und Durchführung der Schutzmaßnahmen genannt. An erster Stelle steht hierbei der Einsatz alternativer Arbeitsverfahren oder Geräte, die zu einer geringeren Gefährdung der Beschäftigten führen (Substitution). Darauf folgen technische Maßnahmen, die

immer Vorrang vor organisatorischen Maßnahmen haben, und zuletzt personenbezogene Schutzmaßnahmen. Weitere wichtige Punkte sind die Unterweisung der Beschäftigten und die Erstellung einer Betriebsanweisung.

Die Anlagen des Teils 3 beinhalten Informationen zu Schutzmaßnahmen bei bestimmten Tätigkeiten, Verfahren und beim Betrieb spezieller Laser sowie beim Umgang mit Lichtwellenleiterkommunikations-Systemen. Weiterhin gibt es Beispiele zur Kennzeichnung und Abgrenzung von Laserbereichen und Erläuterungen zur Erstellung einer Betriebsanweisung.

1.1.7 Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

Der Zielgedanke der *Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge* ist die frühzeitige Erkennung und Vermeidung von arbeitsbedingten Erkrankungen. Zentrale Themen sind die Pflichtvorsorge, Angebotsvorsorge und Wunschvorsorge.

Pflichtvorsorge ist arbeitsmedizinische Vorsorge, die der Arbeitgeber bei bestimmten besonders gefährdenden Tätigkeiten zu veranlassen hat. Diese Tätigkeiten sind im Anhang der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge konkret aufgeführt. Der Arbeitgeber darf eine Tätigkeit nur ausüben lassen, wenn zuvor eine Pflichtvorsorge durchgeführt worden ist. Dies führt dazu, dass Beschäftigte faktisch verpflichtet sind, an dem Vorsorgetermin teilzunehmen. Auch bei der Pflichtvorsorge dürfen körperliche oder klinische Untersuchungen nicht gegen den Willen des oder der Beschäftigten durchgeführt werden. Wird Pflichtvorsorge nicht oder nicht rechtzeitig veranlasst, droht dem Arbeitgeber ein Bußgeld und unter bestimmten Umständen sogar eine Strafe.

Angebotsvorsorge ist arbeitsmedizinische Vorsorge, die der Arbeitgeber den Beschäftigten bei bestimmten gefährdenden Tätigkeiten anzubieten hat. Diese Tätigkeiten sind im Anhang der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge konkret aufgeführt. Wird Angebotsvorsorge nicht oder nicht rechtzeitig angeboten, droht dem Arbeitgeber ein Bußgeld und unter bestimmten Umständen sogar eine Strafe. Die Anforderungen an das Angebot werden in einer arbeitsmedizinischen Regel *Anforderungen an das Angebot von Arbeitsmedizinischer Vorsorge* (AMR 5.1) konkretisiert.

Wunschvorsorge ist arbeitsmedizinische Vorsorge, die der Arbeitgeber dem Beschäftigten über den Anhang der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge hinaus bei allen Tätigkeiten zu gewähren hat. Dieser Anspruch besteht nur dann nicht, wenn nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen ist. Im Streitfall muss der Arbeitgeber dies darlegen und beweisen. Wunschvorsorge kommt beispielsweise in Betracht, wenn Beschäftigte einen Zusammenhang zwischen einer psychischen Störung und ihrer Arbeit vermuten. Wird Wunschvorsorge nicht ermöglicht, kann die zuständige Behörde gegenüber dem Arbeitgeber eine vollziehbare Anordnung erlassen und bei Zuwiderhandlung ein Bußgeld verhängen [6].

Mit der Novellierung der ArbMedVV im Jahr 2013 entfielen die Pflicht- und die Angebotsvorsorge für die kohärente Strahlung (Laserstrahlung). Der Arbeitgeber hat Beschäftigten jedoch eine arbeitsmedizinische Vorsorge zu ermöglichen, sofern ein Gesundheitsschaden im Zusammenhang mit ihrer Tätigkeit nicht ausgeschlossen werden kann (Wunschvorsorge).

Zu beachten ist jedoch, dass beim Betrieb von Lasern, insbesondere bei der Materialbearbeitung, auch inkohärente optische Strahlung entsteht. Beispiele hierfür sind die sogenannte Schweißlichtfackel und das Entstehen von UV-Strahlung beim Schweißen oder die inkohärente Anregungsstrahlung von Blitzlampen. Werden Tätigkeiten in der Nähe der offenen Lasermaterialbearbeitung durchgeführt und dabei die Expositionsgrenzwerte für die inkohärente Strahlung möglicherweise überschritten, muss die Pflicht- oder Angebotsvorsorge durchgeführt werden. Beim Betrieb von Ultrakurzpulslasern („Femtosekunden-Lasern“) kann auch ionisierende Strahlung entstehen. In diesem Fall ist ggf. die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Strahlenschutzgesetz bzw. den entsprechenden Verordnungen vorzusehen.

1.2 Vorschriften- und Regelwerk der DGUV

Neben dem staatlichen Arbeitsschutz gibt es in Deutschland auch noch den Arbeitsschutz durch die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV (Berufsgenossenschaften und Unfallkassen), welche diesen branchenbezogen durch Unfallverhütungsvorschriften, Regeln und Informationen regelt (Abb. 1.2). Die Überwachung der Umsetzung erfolgt durch den Technischen Aufsichtsdiens.

Das Vorschriften- und Regelwerk [7] zum Arbeits- und Gesundheitsschutz ergänzt die staatlichen Vorschriften. Es gibt Hinweise zum Stand der Technik. Dort, wo das Regelwerk über die gesetzlichen Anforderungen hinausgeht, ist es von den Unternehmern und Versicherten einzuhalten. Es umfasst die Kategorien DGUV Vorschriften, DGUV Regeln, DGUV Informationen und DGUV Grundsätze sowie Fachinformationen der Fachbereiche, der Sachgebiete und der jeweils zuständigen Unfallversicherungsträger.

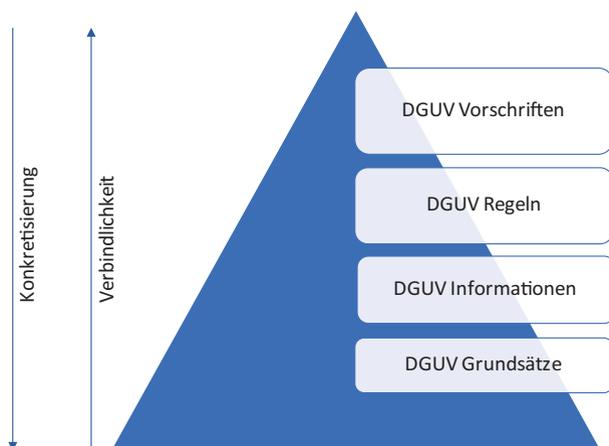


Abb. 1.2 Regelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV

Das bis zum 01.05.2015 gültige berufsgenossenschaftliche Regelwerk wurde in das Vorschriften- und Regelwerk der DGUV überführt. Die davor geltenden Bezeichnungen wurden ersetzt. Eine Transferliste ist auf den Internetseiten der DGUV zu finden [8].

1.2.1 DGUV Vorschriften und Regeln

Vorschriften Bis zur Verabschiedung der OStrV im Jahr 2010 war die Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung DGUV Vorschrift 11 (früher BGV B2) und die DGUV Vorschrift 12 (früher GUV VB2) das einzige Regelwerk für den Laserschutz in Deutschland. Deren Zielgedanke ist die Sicherheit und der Gesundheitsschutz am Laserarbeitsplatz mit den zentralen Themen Gefährdungen durch Laserstrahlung, Schutzmaßnahmen, Unterweisung der Beschäftigten und Laserklassen. Durchführungsanweisungen geben an, wie die in der Unfallverhütungsvorschrift geforderten Ziele erreicht werden können.

DGUV Regeln und Informationen DGUV Regeln, Informationen und Grundsätze geben konkrete Hilfestellung für die Verständlichkeit und Erfüllung der Vorschriften. Im Folgenden werden die für den Laserschutz wesentlichen Regeln vorgestellt.

Die DGUV Regel 112–992 (früher BGR 192) *Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz* hat den Zielgedanken der Konkretisierung der Unfallverhütungsvorschrift BGV A1 bezüglich des Einsatzes von Augen- und Gesichtsschutz mit den zentralen Themen der Anwendung und Kennzeichnung von Schutzbrillen.

Die DGUV Information 203-042 (früher BGI 5092) *Auswahl und Benutzung von Laser-Schutz- und Justierbrillen* hat den Zielgedanken der Hilfestellung für Laserschutzbeauftragte und Unternehmer bei der Ermittlung und Auswahl geeigneter Laserschutz- und Justierbrillen mit den zentralen Themen der Berechnung von Laserschutz- und Justierbrillen.

Die DGUV Information 203-039 (früher BGI 5031) *Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systemen (LWKS)* hat den Zielgedanken der Hilfestellung für Laserschutzbeauftragte und Unternehmer beim Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen und den zentralen Themen der Gefährdungsermittlung und Schutzmaßnahmen.

Die DGUV Information 203-036 (früher BGI 5007) *Laser-Einrichtungen für Show- oder Projektionszwecke* hat als Zielgedanken die Hilfestellung für Unternehmer und Betreiber von Laseranlagen bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung.

Die DGUV Information 213-850 *Sicheres Arbeiten in Laboratorien Grundlagen und Handlungshilfen* hat als Zielgedanken das sichere Arbeiten im Umgang mit Gefahrstoffen.

Die DGUV Regel 113-001 (früher BGR 104) *Explosionsschutz-Regeln* hat den Zielgedanken der Konkretisierung der Betriebssicherheitsverordnung. Ihre zentralen Themen sind die Sammlung aller relevanten technischen Regeln zum Thema Explosionsschutz.

1.2.2 DGUV Grundsatz

Im DGUV Grundsatz 303-005 Ausbildung und Fortbildung von Laserschutzbeauftragten sowie Fortbildung von fachkundigen Personen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach OStrV bei Laseranwendungen werden die Anforderungen an die Ausbildung von Laserschutzbeauftragten und fachkundigen Personen unter Berücksichtigung der OStrV und der Technischen Regel Optische Strahlung (TROS) Laserstrahlung beschrieben.

1.2.3 Fachausschussinformationen

Weitere wichtige Hinweise zum Umgang mit Laserstrahlung findet man in folgenden Fachausschussinformationen der DGUV:

- FA_ET001** Arbeitsmedizinische Regelungen für Schwangere an Arbeitsplätzen unter Einwirkung von Laserstrahlung
- FA_ET002** Hinweise zur speziellen Gefährdungsanalyse von ZnSe-Linsen
- FA_ET004** Kennzeichnung von Laserschutzbrillen, die je nach Ausgabedatum der Norm nach dem Laserschutz zertifiziert wurden
- FA_ET005** Betrieb von Laser-Einrichtungen für medizinische und kosmetische Anwendungen
- FA_ET006** Stellungnahme des Fachausschuss Elektrotechnik Sachgebiet Laserstrahlung, Thema: Aufgaben und Stellung des Laserschutzbeauftragten im Gesundheitsdienst
- FA_ET007** Verhaltensregeln beim Umgang mit Baulasern

1.3 Produktsicherheit

Produkte, die in Deutschland in Verkehr gebracht werden, müssen sicher sein. Dieses Ziel wird durch die Umsetzung der entsprechenden europäischen Richtlinien in deutsches Recht – als Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) und die nachgeordneten Verordnungen – unterstützt. Das ProdSG gilt nicht für Spezialanwendungen wie Medizinprodukte und Anwendungen im militärischen Bereich. Die für das Inverkehrbringen von Lasern und Laseranlagen wichtigsten Richtlinien sind die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und die Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG. Die Konformität einer Maschine mit den genannten Richtlinien wird durch das CE-Kennzeichen angezeigt. Eine gute Zusammenfassung für die Voraussetzungen für das Inverkehrbringen von Maschinen wird mit der Informationsschrift der BG ETEM *Voraussetzungen für das Inverkehrbringen von Maschinen in den Europäischen Wirtschaftsraum* [9] im Internet interessierten Personen zur Verfügung gestellt. Wichtige Informationen zur CE-Kennzeichnung bietet der VDI-Artikel (VDI-Z 156, 2014) von Klaus Dickmann (Sachverständiger

für Lasertechnik und Lasersicherheit am Laserzentrum FH Münster LFM) mit dem Titel *CE-Konformität für Lasereinrichtungen* [10].

1.3.1 Produktsicherheitsrichtlinie

Damit die in der EU auf den Markt gebrachten und für den Verbraucher bestimmten Produkte sicher sind, wurde im Jahr 2001 die Produktsicherheitsrichtlinie 2001/95/EG erlassen. Sie beinhaltet allgemeine Sicherheitsvorschriften und weitere Bestimmungen hinsichtlich der Marktüberwachung. Unter sicheren Produkten versteht die Richtlinie

jedes Produkt, das bei normaler oder vernünftigerweise vorhersehbarer Verwendung, was auch die Gebrauchsdauer sowie gegebenenfalls die Inbetriebnahme, Installation und Wartungsanforderungen einschließt, keine oder nur geringe, mit seiner Verwendung zu vereinbarende und unter Wahrung eines hohen Schutzniveaus für die Gesundheit und Sicherheit von Personen vertretbare Gefahren birgt [11].

Mit dem Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) wurde die Produktsicherheitsrichtlinie in nationales Recht umgesetzt.

1.3.2 Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG

Zweck dieser Richtlinie ist es, sicherzustellen, dass auf dem Markt befindliche elektrische Betriebsmittel den Anforderungen entsprechen, die ein hohes Schutzniveau in Bezug auf die Gesundheit und Sicherheit von Menschen und Haus- und Nutztieren sowie in Bezug auf Güter gewährleisten und gleichzeitig das Funktionieren des Binnenmarkts garantieren. Diese Richtlinie gilt für elektrische Betriebsmittel zur Verwendung bei einer Nennspannung zwischen 50 und 1000 V für Wechselstrom und zwischen 75 und 1500 V für Gleichstrom [12].

Die Umsetzung in nationales Recht erfolgte mit dem Produktsicherheitsgesetz in Verbindung mit der Ersten Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (1. ProdSV-Niederspannungsverordnung).

1.3.3 Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

Die Maschinenrichtlinie legt grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für die Konstruktion und den Bau von Maschinen, unvollständigen Maschinen und gleichgestellten Erzeugnissen, wie z. B. Sicherheitsbauteilen, fest. Unter einer Maschine versteht die Maschinenrichtlinie

eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind.

Bei Verwendung von Lasereinrichtungen ist Folgendes zu beachten:

Lasereinrichtungen an Maschinen müssen so konstruiert und gebaut sein, dass sie keine unbeabsichtigte Strahlung abgeben können.

Lasereinrichtungen an Maschinen müssen so abgeschirmt sein, dass weder durch die Nutzstrahlung noch durch reflektierte oder gestreute Strahlung noch durch Sekundärstrahlung Gesundheitsschäden verursacht werden.

Optische Einrichtungen zur Beobachtung oder Einstellung von Lasereinrichtungen an Maschinen müssen so beschaffen sein, dass durch die Laserstrahlung kein Gesundheitsrisiko verursacht wird [13].

Die Umsetzung in nationales Recht erfolgte durch die neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) in Verbindung mit dem ProdSG.

1.4 Normen und Regeln der Technik

Allgemeines zu Normen

Zur Konkretisierung der im europäischen und deutschen Regelwerk genannten grundlegenden Sicherheitsanforderungen werden Empfehlungen in Form von Normen auf der Basis gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnisse und Erfahrungen veröffentlicht [14].

Im Gegensatz zu Gesetzen, welche eingehalten werden müssen, ist die Einhaltung von Normen freiwillig. Trotzdem geht von ihnen eine gewisse Rechtssicherheit aus. Es gibt auch Fälle, wo der Gesetzgeber die Einhaltung einer Norm vorschreibt. Von besonderer Bedeutung sind harmonisierte europäische Normen (EN). Mit der Anwendung dieser Normen kann der Inverkehrbringer davon ausgehen, dass ein Produkt im Einklang mit den technischen Anforderungen der entsprechenden EU-Richtlinien steht.

Normen konkretisieren die Anforderungen aus den Regelwerken und geben den Stand der Technik wieder. Sie sind vor allem für die Hersteller von Laseranlagen und z. B. Laser-Schutzbrillen oder Laser-Justierbrillen von Bedeutung.

Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, der nach herrschender Auffassung führender Fachleute das Erreichen des gesetzlich vorgeschriebenen Zieles gesichert erscheinen lässt. Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen oder vergleichbare Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen müssen sich in der Praxis bewährt haben oder sollten – wenn dies noch nicht der Fall ist – möglichst im Betrieb mit Erfolg erprobt worden sein [15].

CE-Kennzeichnung Die CE-Kennzeichnung von technischen Produkten ist ein Hinweis darauf, dass diese vom Hersteller geprüft wurden und die vorgegebenen Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen gemäß der EU-Richtlinien erfüllen. Das Inverkehrbringen technischer Produkte in den EU-Mitgliedsstaaten ist nur mit einem Nachweis über die CE-Konformität möglich, der rechtlich vorgeschrieben ist. Hierdurch sollen im europäischen Binnenmarkt Handelshemmnisse vermieden und ein freier Warenverkehr gewährleistet werden, ohne dass in jedem

EU-Mitgliedsstaat eine erneute Sicherheitsüberprüfung stattfinden muss. Für Produkte mit Lasern ist das Verfahren komplex und hängt vom jeweiligen Endprodukt (z. B. medizinische Laser, Linienlaser an einer Säge, Laborlaser, Messlaser) ab [16].

1.4.1 Normen zum Laserschutz

Im Folgenden werden einige der wichtigsten Normen zum Thema Laserschutz aufgeführt.

DIN EN 60825-1	Sicherheit von Lasereinrichtungen, Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen
DIN EN 60825-2	Sicherheit von Lasereinrichtungen, Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationseinrichtungen
DIN EN 60825-4 DIN EN 12 254	Sicherheit von Lasereinrichtungen, Laserschutzwände Abschirmungen an Laserarbeitsplätzen, sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen
DIN EN 207	Persönlicher Augenschutz, Filter und Augenschutz gegen Laserstrahlung (Laserschutzbrillen)
DIN EN 208	Persönlicher Augenschutz, Brillen für Justierarbeiten an Lasern und Laseraufbauten (Laserjustierbrillen)
DIN EN ISO 11 553-1/2 DIN 56 912	Sicherheit von Maschinen, Laserbearbeitungsmaschinen Showlaser und Showlaseranlagen – Sicherheitsanforderung und Prüfung
DIN EN 61 040	Empfänger, Messgeräte und Anlagen zur Messung von Leistung und Energie von Laserstrahlen (Diese Norm wurde zurückgezogen, enthält aber einige wichtige Informationen)

1.5 Verantwortung im Arbeitsschutz

Die Verantwortung der Arbeitgeber

Fast alle Pflichten im Arbeitsschutz richten sich an die Arbeitgeber. Nach §3 ArbSchG [1] ist dieser verpflichtet, die erforderlichen Maßnahmen des Arbeitsschutzes unter Berücksichtigung der Umstände zu treffen, die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten bei der Arbeit beeinflussen. Es besteht jedoch die Möglichkeit, Arbeitgeberpflichten an Vorgesetzte im Unternehmen zu übertragen. Diese Übertragung hat schriftlich zu erfolgen und muss detailliert das Aufgabenfeld beschreiben.

Die Führungskräfte

In der Position als Führungskraft übernimmt ein Beschäftigter einen Teil der Arbeitgeberverantwortung für die Sicherheit und Gesundheit.

Die Beschäftigten

Nach den §§15 und 16 des ArbSchG sind die Beschäftigten dazu verpflichtet, nach ihren Möglichkeiten sowie gemäß der Unterweisung und Weisung des Arbeitgebers für ihre Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit Sorge zu tragen. Die Beschäftigten haben auch für die Sicherheit und Gesundheit der Personen zu sorgen, die von ihren Handlungen oder Unterlassungen bei der Arbeit betroffen sind. Die Beschäftigten müssen die ihnen zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung bestimmungsgemäß verwenden.

Literatur

1. Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG)
2. Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie, Fachkonzept und Arbeitsschutzziele 2008–2012, 2007. www.gda-portal.de/de/pdf/GDA-Fachkonzept-gesamt.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 31. Aug. 2016
3. Ein unverbindlicher Leitfaden zur Richtlinie 2006/25/EG über künstliche optische Strahlung, 2010, Europäische Kommission, Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union
4. Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – OStrV)
5. Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – TROS Laserstrahlung: (2018)
6. Arbeitsschutzverordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV), 2013 53107 Bonn Referat Information, Publikation, Redaktion Bundesministerium für Arbeit und Soziales
7. DGUV Vorschriften- und Regelwerk. https://www.dguv.de/de/praevention/vorschriften_regeln/index.jsp. Zugegriffen: 29. Aug. 2016
8. Transferliste DGUV Regelwerk Stand Juni 2014. https://publikationen.dguv.de/dguv/udt_dguv_main.aspx?DCXPARTID=10005. Zugegriffen: 24. Aug. 2016
9. Voraussetzungen für das Inverkehrbringen von Maschinen in den Europäischen Wirtschaftsraum, BGETEM. https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjQu461tdrOAhWGuRQKHe06BVgQFgceMAA&url=http%3A%2F%2Fdp.bgetem.de%2Fpages%2Fservice%2Fdownload%2Fmedien%2FBG_413_DP.pdf&usq=AFQjCNGihIAe5CR4R7MTbw3dd3wBmvcdfA&bvm=bv.129759880,d.bGg. Zugegriffen: 24. Aug. 2016
10. CE-Konformität für Lasereinrichtungen VDI-Z 156: Nr. 11, S. 60–63, K. Dickmann (Sachverständiger für Lasertechnik und Lasersicherheit), Laserzentrum FH Münster LFM (2014)
11. Produktsicherheitsrichtlinie 2001/95/EG
12. Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU
13. Maschinenrichtlinie 2006/42/EG