


203-093

DGUV Information 203-093



**Handlungshilfe für die
Gefährdungsbeurteilung
beim Betrieb von offenen
Laser-Einrichtungen
zur Materialbearbeitung
mit Handführung oder
Handpositionierung (HLG)**

komm**mit****mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-6132
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Fachbereich Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (FB ETEM)
Sachgebiet Nichtionisierende Strahlung

Ausgabe: April 2019

DGUV Information 203-093
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungs-
träger oder unter www.dguv.de/publikationen

Bildnachweis

Abb. 1–5 Alpha Laser GmbH

Handlungshilfe für die Gefährdungsbeurteilung beim Betrieb von offenen Laser-Einrichtungen zur Materialbearbeitung mit Handführung oder Handpositionierung (HLG)

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
1	Einleitung	5	
2	Gesetzliche Grundlage	6	
2.2	Altmaschinen	7	
2.3	Prüfung von Lasereinrichtungen	7	
3	Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen	8	
3.1	Anwendungsbereiche	8	
3.1.1	Nicht betrachtete Lasergeräte und Lasereinrichtungen	8	
3.1.2	Laser-Einrichtungen mit Werkstückpositionierung von Hand	8	
3.1.3	Laser-Einrichtungen mit kraftunterstützter Positionierung von Werkstück oder Laserkopf	9	
3.1.4	Handgeführte Laserbearbeitungsgeräte	9	
3.2	Begriffsbestimmungen	9	
4	Gefährdungen	11	
4.1	Gefährdungen durch externe Einflüsse (Umwelteinflüsse)	13	
4.2	Gefährdungen durch besondere Einsatzbedingungen von HLG	14	
4.2.1	Kriterien für die Gefährdungsbeurteilung von HLG hinsichtlich Laserstrahlung	14	
4.2.2	Gefährdungsbeurteilung anhand des Vergleichs der tatsächlichen Exposition mit den Expositionsgrenzwerten (EGW) gem. § 6 Absatz 2 OStrV	15	
4.3	Gefährdungen von Auge und Haut	15	
4.4	Gefahrstoffe	16	
4.5	Brand- und Explosionsgefahr	17	
4.6	Ergonomie	17	
5	Schutzmaßnahmen	18	
5.1	Technisch-konstruktive Schutzmaßnahmen am HLG	18	
5.1.1	Einhausung des Arbeitsbereiches	19	
5.1.2	Beobachtungsfenster	19	
5.1.3	Werkstückbeobachtung durch ein Okular	19	
5.1.4	Technisch konstruktive Steuerungseinrichtungen zur sicheren Laserstrahlfreigabe (und Anzeigeelemente)	19	
5.1.4.1	Bedienungsreinrichtungen, Anzeigen	19	
5.1.4.2	Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen in der Regel vom Hersteller einer Laser-Einrichtung aus geführt	20	
5.2	Zusätzliche technische Schutzmaßnahmen (durch Betreiber)	20	
5.2.1	Periphere Arbeitsraumabsicherung	20	
5.2.2	Baulich umschlossener Arbeitsbereich	20	
5.2.3	Variable Abschirmungen	21	
5.2.4	Absaugung	21	
5.2.5	Beleuchtung am HLG-Arbeitsplatz	22	
5.3	Organisatorische Schutzmaßnahmen (durch die Betreiber)	22	
5.3.1	Absicherung durch Abstand	22	
5.4	Persönliche Schutzmaßnahmen (durch die Betreiber)	23	
5.4.1	Auswahl der Laserschutzbrille	23	
5.4.2	Auswahl der Laserschutzkleidung	23	
6	Laserschutzbeauftragte (LSB)	24	
6.1	Anforderungen und Aufgaben der Laserschutzbeauftragten (LSB)	24	
7	Unterweisung	25	
8	Arbeitsmedizinische Vorsorge	25	
9	Laserarbeiten unter Einbeziehung von Fremdfirmen	26	
10	Maßnahmen bei Unfällen	27	
10.1	Organisation der betrieblichen Ersten Hilfe	27	
10.2	Verbrennungen der Haut	27	
11	Vorschriften, Normen und Literatur	28	
Anhang A1			
Schutzhandschuhe und Schutzkleidung		29	
Anhang A2			
Persönliche Schutzausrüstung		30	

1 Einleitung

In dieser DGUV Information werden Laser-Einrichtungen zur Materialbearbeitung betrachtet, bei denen die Laserstrahlung während des Betriebes zumindest teilweise offen und zugänglich ist. Handgeführt und handpositioniert werden hierbei entweder das Werkstück, ein Laserbearbeitungskopf oder ein Laserhandgerät. Alle hier betrachteten entsprechenden Laser-Einrichtungen werden in dieser DGUV Information als HLG bezeichnet.

Hierzu kommen Lasergeräte zum Einsatz, deren Laserenergie bzw. Laserleistung eine Materialbearbeitung ermöglicht.

Damit sind Schädigungen der Augen und der Haut durch die Laserstrahlung möglich. Die Expositionsgrenzwerte (EGW) werden ohne Verwendung von Schutzmaßnahmen überschritten und es ergibt sich ein bestimmungsgemäß zugänglicher Laserbereich.

Diese DGUV Information 203-093 unterstützt die Arbeitgeber und die Fachkundigen gemäß Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV) bzw. Technische Regeln Laserstrahlung (TROS Laserstrahlung) bei der Gefährdungsbeurteilung an Arbeitsplätzen mit den genannten Lasern.

Die betrachteten Schwerpunkte sind die direkten und indirekten Gefährdungen bezüglich der Laserstrahlung.

2 Gesetzliche Grundlage

2.1 Produkt

Sicherheit und Gesundheit aller Arbeitnehmer gehören zu den herausragenden Zielen der Europäischen Union (EU). Diese Ziele werden in Richtlinien von der EU vorgegeben und sind national umzusetzen. In Deutschland fordert das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) grundsätzlich, dass nur sichere Produkte nicht nur bei bestimmungsgemäßem Einsatz, sondern auch bei jeder vorhersehbaren Verwendung, also auch bei „Vorhersehbarer Fehlanwendung“ – außer Missbrauch – keine Gefahr für Gesundheit und Leben bedeuten.

Für Maschinen, die in den europäischen Markt eingeführt oder dort in Betrieb genommen werden, sind von der EU Mindestanforderungen an die Sicherheit in der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG definiert.

Das ProdSG beinhaltet Anforderungen an die Bereitstellung, das sogenannte Inverkehrbringen, von Produkten auf dem Markt. Auf dem ProdSG basiert die neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz, die Maschinenverordnung, die im Wesentlichen die nationale Umsetzung der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG darstellt.

In der Maschinenrichtlinie sind „Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen“ genannt. Bei der Beurteilung, ob ein Produkt diesen „Grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen“ entspricht, können sowohl Normen als auch andere technische Spezifikationen herangezogen werden.

Grundlage für die Hersteller von Produkten ist die Risikobeurteilung, die alle möglichen Risiken einer Maschine bzw. die von einer Maschine ausgehen, erfasst und bewertet. Das Ergebnis ist, dass das Risiko ggf. mit risikomindernden Maßnahmen auf ein akzeptables Restrisiko reduziert wurde.

Die nachfolgenden laserspezifischen Normen können beispielsweise in diese Risikobeurteilung mit einbezogen werden:

DIN EN ISO 12100: 2011-03	Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung
DIN EN ISO 11553-1: 2009-03	Sicherheit von Maschinen – Laserbearbeitungsmaschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN ISO 11553-2: 2009-03	Sicherheit von Maschinen – Laserbearbeitungsmaschinen – Teil 2: Sicherheitsanforderungen an handgeführte Laserbearbei- tungsgeräte
DIN EN 60825-1: 2015-07	Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen
DIN EN 60825-4: 2017-03	Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 4: Laserschutzwände
DIN EN 60204-1: 2010-05	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN ISO 13849-1: 2016-06	Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
DIN EN ISO 13849-2: 2013-02	Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung
DIN EN ISO 14119: 2014-03	Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl
DIN EN 12254: 2012-04	Abschirmungen an Laserarbeits- plätzen – Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
DIN EN ISO 14738: 2009-07	Sicherheit von Maschinen – Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen

Anmerkung: Aktuellstes Datum der Norm für neue Maschinen (bei Drucklegung der DGUV Information 203-093)

2.2 Altmaschinen

Nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) muss auch für bereits in Verkehr gebrachte Arbeitsmittel eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Die festgelegten Schutzmaßnahmen müssen dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und die Arbeitsmittel entsprechend dem aktuellen Stand der Technik sicher sein. Dies gilt auch für sog. „Altmaschinen“ mit oder ohne Konformitätserklärung. Damit müssen sie faktisch den aktuellen Sicherheitsnormen entsprechen.

Nur wenn bei den „Altmaschinen“ das geforderte Sicherheitsniveau nachweislich nicht durch ergänzende technische Maßnahmen durch den Betreiber erreicht werden kann, können organisatorische oder nachrangig persönliche Schutzmaßnahmen angewandt werden.

Bei Lasereinrichtungen haben sich die geforderten technischen Schutzmaßnahmen im Laufe der Entwicklung der Lasereinrichtungen in der Regel nicht wesentlich geändert, so dass auch die Altmaschinen die aktuellen technischen (konstruktiven) Anforderungen erfüllen können und müssen.

2.3 Prüfung von Lasereinrichtungen

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung haben die Betreiber Art und Umfang erforderlicher Prüfungen und die Prüffristen festzulegen.

In der Regel unterliegen die Laser-Einrichtungen einer regelmäßigen Wartung. Naheliegend sind hierbei die Laser-Einrichtungen im o. g. Sinne zu prüfen. Die Prüfung erfolgt durch eine befähigte Person nach TRBS (Technische Regel für Betriebssicherheit) 1203, die von den Arbeitgebern beauftragt wird.

3 Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen

3.1 Anwendungsbereiche

Diese DGUV Information kann herangezogen werden für offene Laser-Einrichtungen, bei denen das Werkstück, der Laserkopf oder das Laserhandgerät manuell geführt oder positioniert werden. Das Führen kann kraftunterstützt sein.

3.1.1 Nicht betrachtete Lasergeräte und Lasereinrichtungen

HLG der Laserklasse 1 werden hier nicht betrachtet. Dies können z. B. Lasergeräte zur Beschriftung mit vollständiger Abschirmung (man spricht auch von Kapselung) und Aufsatzkontrolle sein.

Nicht betrachtet werden weiter Geräte der Laserklasse 1C für medizinische oder kosmetische Anwendungen.

3.1.2 Laser-Einrichtungen mit Werkstückpositionierung von Hand

Bei Systemen, bei denen die Werkstückpositionierung von Hand erfolgt, wird das Werkstück unter einem ortsfesten Laserbearbeitungskopf geführt. Die Werkstücke haben eher kleine Dimensionen und Gewichte, die ein exaktes Führen von Hand erlauben.

Der Arbeitsbereich kann nahezu vollständig gekapselt (eingehaust) sein und die Hände werden über Öffnungen in den Arbeitsbereich gebracht. Daneben existieren Systeme, die nicht oder nur teilweise umschlossen sind.

Während des Bearbeitungsvorganges wird die Bearbeitungszone in der Regel über ein Okular beobachtet.

Zum Einsatz kommen typischerweise gepulste Nd:YAG-Laser mit Pulsspitzenleistungen von einigen Kilowatt und mittleren Leistungen bis zu einigen 100 W (siehe Abbildung 1).

Eingesetzt werden diese Laser-Einrichtungen in der industriellen Materialbearbeitung z. B. zur Reparatur von Werkzeugen, im Dentalbereich (Abbildung 2) sowie bei der Schmuckherstellung.

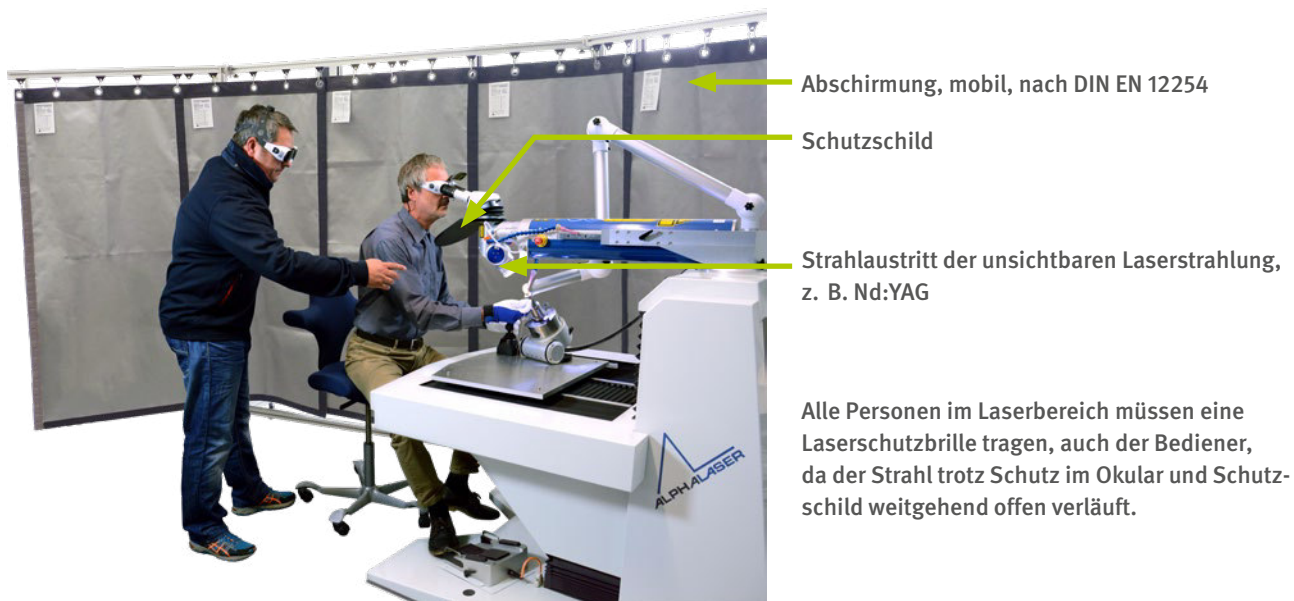


Abb. 1 Offener Materialbearbeitungslaser mit Werkstückpositionierung von Hand



Abb. 2 Teilumschlossener Materialbearbeitungslaser mit Werkstückpositionierung von Hand

3.1.3 Laser-Einrichtungen mit kraftunterstützter Positionierung von Werkstück oder Laserkopf

Die unter 3.1.2 genannten Laser-Einrichtungen können durch eine kraftunterstützte Positionierung des Werkstückes erweitert werden. Die Systeme sind beispielsweise mit einem achspositionierbaren Tisch ausgerüstet, die Positionierung erfolgt über eine „Joystick-Steuerung“. Ergänzende Programmsteuerungen werden angeboten. Hier können die Einrichtungen wie oben beschrieben offen oder teilumhaust ausgeführt sein.

Ähnlich aufgebaut sind Systeme, bei denen der Laserbearbeitungskopf an einem sogenannten Arm angebracht ist und auch über großvolumigen Werkstücken positioniert werden kann. Bei der Bearbeitung erfolgt eine Fein-Positionierung des Laserkopfes beispielsweise über einen Joystick. Diese Einrichtungen sind in der Regel offen.

In beiden Fällen erfolgt eine Beobachtung des Arbeitsbereiches über ein Okular.

Eingesetzt werden hier typischerweise Nd:YAG- oder Faserlaser mit mittleren Leistungen bis 1000 W.

3.1.4 Handgeführte Laserbearbeitungsgeräte

Bei handgeführten Laserbearbeitungsgeräten halten oder führen die Bediener einen Laserbearbeitungskopf am oder über das Werkstück oder entlang des Werkstückes. Entweder ist ein Abstand zwischen Bearbeitungskopf und Werkstück vorhanden oder der Bearbeitungskopf wird aufgesetzt (Abbildung 3).



Abb. 3 Offenes handgeführtes Laserbearbeitungsgerät

Typische Anwendungen sind hier das Reinigen oder Entlacken von Oberflächen, die Beschriftung von Teilen sowie das Fügen und Trennen (Schweißen und Schneiden).

Eingesetzt werden hier hauptsächlich Festkörperlaser und Diodenlaser bis in den kW-Bereich (CW).

3.2 Begriffsbestimmungen

Arbeitsbereich:

Der Arbeitsbereich ist der maximale Bereich, in dem sich die Bediener, bestimmte Körperteile, z. B. die Hände, der Laserbearbeitungskopf, ein Laserhandgerät oder das Werkstück befinden können.

Anmerkung: Der Laserbereich (siehe TROS Laserstrahlung, Teil „Allgemeines“) kann dagegen oft wesentlich größer sein, z. B. der ganze Raum.

Augensicherheitsabstand

(NOHD: Nominal Ocular Hazard Distance):

Unter dem Augensicherheitsabstand versteht man die Entfernung, bei der die Bestrahlungsstärke oder die Bestrahlung gleich dem entsprechenden Expositionsgrenzwert der Hornhaut des Auges ist. Schließt man beim Augensicherheitsabstand auch die Möglichkeit der Betrachtung mit optischen Hilfsmitteln (z. B. Fernrohr, Teleskop) ein, so wird vom erweiterten Augensicherheitsabstand (ENOHD: Enlarged Nominal Ocular Hazard Distance) gesprochen.

Anmerkung: Bei der Verwendung von Sammellinsen kann die Gefährdung ebenfalls erhöht werden. Hierdurch ergibt sich jedoch nicht zwangsläufig ein anderer „erweiterter“ Augensicherheitsabstand (ENOHD).

Bearbeitungszone:

Bereich in dem der Laserstrahl in Wechselwirkung mit dem Werkstoff des Werkstücks tritt.

Expositionsgrenzwert (EGW):

Die Expositionsgrenzwerte nach § 6 Absatz 2 OStrV sind maximal zulässige Werte bei Exposition der Augen oder der Haut gegenüber Laserstrahlung. Diese sind in der TROS Laserstrahlung, Anlage 4 Abschnitt A4.1 des Teils 2 „Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung“ aufgeführt.

Anmerkung 1: Der EGW ist das maximale Ausmaß der Laserstrahlung, dem das Auge oder die Haut ausgesetzt werden kann, ohne dass damit akute Gesundheitsschädigungen gemäß Tabelle A3.1 der Anlage 3, der TROS Laserstrahlung Teil 2 „Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung“ verbunden sind. Zum Schutz vor langfristigen (chronischen) Schädigungen durch die kanzerogene Wirkung von UV-Strahlung ist das Minimierungsgebot nach § 7 OStrV besonders zu beachten.

Anmerkung 2: In anderen Schriften wird der Begriff „Maximal zulässige Bestrahlung (MZB)“ für den EGW verwendet. Die Werte müssen nicht identisch sein.

Fachkundige:

Fachkundig ist, wer über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Ausübung einer in der OStrV bestimmten Aufgabe verfügt. Die Anforderungen an die Fachkunde sind abhängig von der jeweiligen Art der Aufgabe. Zu den Anforderungen zählen eine entsprechende Berufsausbildung oder Berufserfahrung jeweils in Verbindung mit einer zeitnah ausgeübten einschlägigen beruflichen Tätigkeit sowie die Teilnahme an spezifischen Fortbildungsmaßnahmen.

Hautsicherheitsabstand (NSHD: Nominal Skin Hazard Distance):

Unter dem Hautsicherheitsabstand versteht man die Entfernung, bei der die Bestrahlungsstärke oder die Bestrahlung gleich dem entsprechenden Hautexpositionsgrenzwert ist.

Anmerkung: Zur Angabe des Abstandes gehört immer auch die Angabe der Expositionsdauer, die bei der Ermittlung angesetzt wird.

Laserbereich:

Der Laserbereich ist der Bereich, in welchem die Expositionsgrenzwerte überschritten werden können.

Anmerkung: Der Laserbereich muss sich nicht mit dem Arbeitsbereich decken, sondern kann größer sein (siehe auch TROS Laserstrahlung).

Bei den hier betrachteten Anwendungen ist der Laserbereich in der Regel zugänglich.

Oft wird durch Abschätzung ein Bereich als Laserbereich vor Ort festgelegt der wesentlich größer ist. Dies kann z. B. die ganze Werkhalle sein, in dem der Laser betrieben wird. Die Kennzeichnung erfolgt dann an den Zugängen zur Werkhalle. Vielfach wird der Laserbereich durch Laserabschirmungen aber auf einen kleineren Bereich beschränkt (z. B. mittels Abschirmungen, Einhausungen); hier erfolgt die Kennzeichnung dann an den Laserabschirmungen.