

## 2 Sicherheit

### **LESEN UND BEFOLGEN SIE DIE ANLEITUNGEN, UM MÖGLICHE SCHÄDEN ZU VERMEIDEN.**

Die Maschine ist zum Zeitpunkt ihrer Entwicklung und Fertigung nach geltenden, anerkannten Regeln der Technik gebaut worden und gilt als betriebssicher.

Von der Maschine können Gefahren ausgehen, wenn die Maschine:

- von nicht fachgerecht ausgebildetem Personal bedient wird,
- das Personal nicht eingeschult wurde,
- die Verwendung unsachgemäß oder nicht bestimmungsgemäß erfolgt,
- oder für andere als die vorgesehenen Zwecke eingesetzt wird.

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über alle wichtigen Sicherheitsaspekte, die für einen optimalen Schutz von Personen, sowie für den sicheren und störungsfreien Betrieb der Maschine erforderlich sind. Andere Kapitel dieser Anleitung enthalten spezifische Sicherheitshinweise, zur Abwendung und Vermeidung von Gefahren.

### 2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

#### 2.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

**Die in dieser Anleitung beschriebene Maschine dient zum Schneiden und Gravieren von Materialien, laut bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine, unter Verwendung der mitgelieferten Software.**

Für Informationen zu Materialien siehe Kapitel "Materialien" bzw. kontaktieren Sie Ihren zuständigen Trotec-Vertreter, oder unseren Technischen Support in Ihrer Nähe.

Die Maschine darf nur von geschultem Personen bedient, gewartet und instand gesetzt werden, die mit dem vorgesehenen Einsatzbereich und den Gefahren der Maschine vertraut sind.

Die Maschine darf nur in einwandfreiem Zustand betrieben werden und muss den Anforderungen der EU-Maschinenrichtlinie vollständig entsprechen.

Die bestimmungsgemäße Verwendung schließt auch ein, dass jede Person, die im Betrieb des Anwenders mit der Aufstellung, Inbetriebnahme, Bedienung, Wartung und Reparatur der Maschine beauftragt ist, die Anleitung und besonders das Kapitel "Sicherheit" gelesen und verstanden haben muss. Die Angaben in dieser Betriebsanleitung müssen eingehalten werden.

#### **Organisatorische Maßnahmen:**

- Persönliche Schutzausrüstung (PSA)
- Inspektion der Laserschutzwand

- Laserschutzeinweisungen/Laserschutzschulungen
- Überwachung durch Laserschutzbeauftragten (LSB)

### 2.1.2 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Eine Verwendung der Maschine in anderen Bereichen als in der bestimmungsgemäßen Verwendung oder in diesem Dokument beschrieben gilt als bestimmungswidrig und ist untersagt. Für daraus resultierende Personen- und/oder Sachschäden wird vom Hersteller keine Haftung übernommen. Der Betreiber haftet alleine für alle entstandenen Schäden bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung.

Eine Nichtbeachtung der vom Hersteller in dieser Bedienungsanleitung beschriebenen Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungsvorschriften schließt im Fall eines Defektes eine Haftung des Herstellers aus.

### 2.1.3 Restrisiko

Auch bei Beachtung aller Sicherheitsbestimmungen verbleibt beim Betrieb der Maschine ein Restrisiko.

### 2.1.4 Modifikation an der Maschine

Es dürfen an der Maschine weder Veränderungen noch An- und Umbauten vorgenommen werden, die durch den Hersteller nicht ausdrücklich genehmigt worden sind.

Es ist untersagt Sicherheits-Schutzeinrichtungen zu demontieren, überbrücken oder zu umgehen. Halten Sie die in den technischen Daten genannten Betriebsbedingungen und Anschluss- und Einstellwerte ein.

Die Maschine darf nur mit Teilen und Original-Zubehör des Herstellers betrieben werden. Die Verwendung von nicht Original-Zubehör und Ersatzteilen kann die Sicherheit der Maschine beeinträchtigen.

### 2.1.5 Betriebsarten

#### Normalbetrieb

**Ein Normalbetrieb liegt vor bei:**

- Bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine (siehe Kapitel "Bestimmungsgemäße Verwendung").
- Bedienung durch geschultes Bedienpersonal.
- Einwandfrei funktionsfähigen und montierten Sicherheits- und Schutzeinrichtungen.
- Einwandfreier Zustand der Maschine.
- Bearbeitung von zulässigen Materialien laut Materiallisten.
- Wartung und Service sind darin nicht enthalten.



### Hinweis

Bei Normalbetrieb ist das Tragen einer Laserschutzbrille nicht erforderlich.

### Servicebetrieb

Servicearbeiten dürfen nur durch autorisierte, unterwiesene Servicetechniker durchgeführt werden. Werden hierfür Verkleidungselemente und Seitenabdeckungen entfernt sowie Schutzeinrichtungen überbrückt, kann es zu direkter Strahlung als auch indirekte Streustrahlung kommen. Der Servicebetrieb ist somit als Laserklasse 4 deklariert und es sind die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen zu treffen (siehe Kapitel "Laserklassen").

### 2.1.6 Geltende Sicherheitsbestimmungen

Folgende Richtlinien und Verordnungen sind zur Vermeidung von Gefahren beim Betrieb von Trotec-Lasersystemen zu beachten:

#### Richtlinien/Bestimmungen

2006/42/EG	Maschinenrichtlinie
2014/30/EU	EMV Richtlinie

#### Angewandte harmonisierte Normen

DIN EN ISO 12100:2011-03	Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsgrundsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung.
DIN EN 60825-1:2015-07, EN 60825-4:2011-12	Sicherheit von Lasereinrichtungen - Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen.
DIN EN 60204-1:2007-06	Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
DIN EN ISO 11553-1:2009-03	Sicherheit von Maschinen - Laserbearbeitungsmaschinen - Teil 1: Allgemeine Sicherheitsanforderungen.
DIN EN 61000-6-4:2011-09	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-4: Fachgrundnormen - Störaussendung für Industriebereiche.
DIN EN ISO 13857:2008-06	Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen.
DIN EN 55011:2018-05	Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte - Funktionsstörungen - Grenzwerte und Messverfahren.
EN 60825-4: 2012-01-01	Sicherheit von Lasereinrichtungen - Teil 4: Laserschutzwände



### Hinweis

#### **Geltende Sicherheitsbestimmungen beachten.**

Anweisungen und Richtlinien in dieser Anleitung können sich lokal, regional und international unterscheiden. Beachten Sie daher die für Sie gültigen Richtlinien, sowie die Vorschriften der Berufsgenossenschaft und ihre Durchführung.

Der Betreiber ist für die Durchführung sämtlicher Sicherheitsanforderungen verantwortlich, da die Trotec Laser GmbH keinen Einfluss auf die sachgerechte Verwendung des Gerätes hat.

Beachten Sie die behördlichen Bestimmungen für Ihren Betriebsstandort gemäß den hierfür anwendbaren lokalen rechtlichen Bestimmungen (zur Unfallverhütungsvorschrift bzw. zum Arbeitnehmerschutz) z. B. DGUV Vorschrift 11 für Deutschland.

### 2.2 Lasersicherheit

#### 2.2.1 Laserklasse(n)

Die Laserschutzklasse charakterisiert das Gefährdungspotenzial, das von zugänglicher Laserstrahlung ausgeht.

Das Lasersystem entspricht der Klasse 2 gemäß DIN EN 60825-1 "Sicherheit von Lasereinrichtungen".

Die eingebaute Laserquelle ist der Klasse 4 entsprechend DIN EN 60825-1 und als solches gekennzeichnet.



#### Warnung Laser

##### Laser der Klasse 2

Laser der Klasse 2 sind bei kurzzeitiger Expositionsdauer (bis 0,25 Sekunden) für das Auge ungefährlich und dürfen ohne weitere Schutzmaßnahmen betrieben werden. Werden natürliche Abwendreaktionen oder der Lidschlussreflex unterdrückt, kann dies zu Irritationen der Augen führen.

- Lidschlussreflex nicht unterdrücken.
- Nicht direkt in den Laserstrahl starren.
- Augen schließen und sich abwenden.
- Den Laserstrahl niemals direkt und/oder mit optischen Instrumenten, wie zum Beispiel Objektiven, betrachten.



#### Warnung Laser

##### Laserstrahlung Klasse 4

Ist man Laserstrahlung ohne Schutzmaßnahmen ausgesetzt kann dies Verletzungen verursachen. Verbrennungen und permanente Schädigungen von Haut und Augen sind die Folge.

- Bestrahlung von Haut oder Auge durch direkte Strahlung, oder durch Streustrahlung, vermeiden.
- Geeignete Laserschutzbrillen tragen.
- Bei Lasersystemen der Klasse 4 ist die verpflichtende Benennung eines geschulten Laserschutzbeauftragten für die Einhaltung der relevanten Vorschriften erforderlich.



#### Hinweis

##### Lasersklassen

Es liegt in der Verantwortung des Betreibers sich über nationale gesetzliche Vorschriften und behördliche Auflagen für den Betrieb von Lasersystemen der Klasse 4 bzw. Lasersysteme mit eingebauter Laserquelle der Klasse 4 zu informieren und diese einzuhalten.

**Laserklasse 2**

Bei Lasersystemen der Klasse 2 ist die zugängliche Laserstrahlung für die Haut ungefährlich. Diffuse Reflexionen des Pilotlasers sowie eine kurzzeitige Bestrahlung (Einwirkungsdauer bis 0,25 Sekunden) der Augen sind aufgrund der geringen Leistung ebenfalls ungefährlich.

Es ist jedoch möglich, den Lidschlussreflex zu unterdrücken und lange genug in den Klasse 2 Laser zu blicken, um eine Verletzung des Auges auszulösen.

**Laserklasse 4**

Bei Lasern der Klasse 4 ist sowohl die direkte Strahlung als auch indirekte Streustrahlung gefährlich und kann Verletzungen von Haut und Augen verursachen.

Bei Laser der Klasse 4 besteht darüber hinaus bei unsachgemäßer Anwendung eine Brand- und Explosionsgefahr, wenn die Strahlung auf entsprechend brennbare Materialien trifft. Es ist in der Verantwortung des Bedieners, erforderliche Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen, die eine Entzündung oder Explosion von Material durch den Laserstrahl sicher ausschließen.

**Vorsichtsmaßnahmen bei Lasermaschinen der Klasse 4****Warnung Laser****Pflichten des Betreibers für den Betrieb von Klasse 4 Lasern (US: Klasse IV):**

- Behördlichen Bestimmungen für den Betriebsstandort, gemäß den hierfür anwendbaren lokalen rechtlichen Bestimmungen (zur Unfallverhütungsvorschrift bzw. zum Arbeitnehmerschutz) beachten, z. B. DGUV Vorschrift 11 für Deutschland.
- Nach DGUV Vorschrift 11 "Laserstrahlung", sowie nationalen Vorschriften: Schriftliche Benennung eines sachkundigen Laserschutzbeauftragten für die Einhaltung der relevanten Vorschriften.
- Gefahrenbereich durch das Anbringen von Warnleuchten und Warnschildern nach außen hin als solchen kennzeichnen.
- Gefahrenbereich gegen unbefugtes Betreten sichern.
- Geeignete Laserschutzbrille innerhalb des Gefahrenbereichs tragen, die auf die Wellenlänge und Leistung des Lasers abgestimmt ist.
- Installation einer zusätzlichen und gut sichtbaren Warnleuchte, die den Bediener vor auftretender Laserstrahlung warnt.

Die Einhaltung der oben angeführten Punkte entbindet den Betreiber nicht von der Erfüllung der geltenden Normen und Richtlinien für den Betrieb von Lasersystemen der Klasse 4.

### 2.3 Verantwortungsbereiche

#### 2.3.1 Pflichten des Unternehmens

##### **Der Betreiber hat folgende Verantwortung:**

- Es liegt in der Verantwortung des Betreibers sich über nationale gesetzliche Vorschriften und behördliche Auflagen (z.B. Meldepflicht) für den Betrieb von Lasersystemen der Klasse 4 bzw. Lasersysteme mit eingebauter Laserquelle der Klasse 4 zu informieren und diese einzuhalten.
- Die angegebenen Sicherheitshinweise und Anweisungen sowie die für den Einsatzbereich geltenden örtlichen Unfallverhütungsvorschriften und allgemeinen Sicherheitsbestimmungen müssen eingehalten werden.
- Ein CO<sub>2</sub> Feuerlöscher muss sich in unmittelbarer Nähe des Lasergerätes befinden, da der Laserstrahl entflammbares Material entzünden kann.
- Wird die Maschine im gewerblichen Bereich eingesetzt, unterliegt der Betreiber den gesetzlichen Pflichten zur Arbeitssicherheit.
- Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, dass das Bedienpersonal diese Anleitung ins besondere das Kapitel "Sicherheit" gelesen und verstanden hat. Ebenso muss das Personal jährlich geschult und über die Gefahren/Lasersicherheit informiert werden.
- Dem Betreiber ist zu empfehlen, ggf. innerbetriebliche Anweisungen unter Berücksichtigung der ihm bekannten fachlichen Qualifikation des jeweils eingesetzten Personals zu erstellen und sich den Erhalt dieser Anweisung oder dieser Anleitung bzw. die Teilnahme an Einweisung/Schulung jeweils schriftlich bestätigen zu lassen.
- Die Anleitung muss in unmittelbarer Umgebung der Maschine aufbewahrt werden und den an der Maschine beschäftigten Personen jederzeit zugänglich sein.
- Die Zuständigkeiten für die unterschiedlichen Tätigkeiten im Rahmen des Betriebes der Maschine (wie zum Beispiel Installation, Bedienung, Wartung und Reinigung) müssen klar festgelegt und eingehalten werden, damit unter dem Aspekt der Sicherheit keine unklaren Kompetenzen auftreten.
- In der Anleitung vorgegebenen Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten müssen in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden.
- Bei allen Arbeiten, die die Aufstellung, die Inbetriebnahme, das Rüsten, den Betrieb, Änderungen von Einsatzbedingungen und Betriebsweisen, Wartung, Inspektion und Reparatur betreffen, sind die in den Anleitungen ggf. als notwendig angegebenen Ausschaltprozeduren zu beachten.
- Überprüfen und gegebenenfalls persönliche Schutzausrüstung bereitstellen (z.B Schutzbrille entsprechend Laserleistung und Wellenlänge).
- Der Betreiber ist für sicherheitstechnischen Zustand der Maschine verantwortlich.
- Entflammbares Material darf nicht in den Arbeitsbereich oder in unmittelbarer Nähe des Gerätes gelagert werden.
- Durch entsprechende Anweisungen und Kontrollen muss der Anwender Sauberkeit und Übersichtlichkeit an der und um die Maschine gewährleisten.

**2.3.2 Pflichten des Bedienpersonals**

**Das Bedienpersonal hat folgende Verantwortung:**

- Die notwendige persönliche Schutzausrüstung muss getragen werden.
- Der Bediener ist verpflichtet, die Maschine inklusive deren Sicherheitseinrichtungen vor Arbeitsbeginn auf äußerlich erkennbare Schäden und Mängel zu prüfen, eingetretene Veränderungen (einschließlich des Betriebsverhaltens), die die Sicherheit beeinträchtigen, sofort zu melden. Es ist dafür zu sorgen, dass die Maschine immer nur in einwandfreiem Zustand betrieben wird.
- Das Gerät darf während der Bearbeitung von Materialien nicht unbeaufsichtigt gelassen werden (überwachter Betrieb).
- Hauptschalter der hier beschriebenen Maschine bei Nichtgebrauch ausschalten.
- Die hier beschriebene Maschine nur mit einer eingesetzten Linse in Betrieb nehmen. Ein nicht fokussierter Laserstrahl kann aus dem Gehäuse heraus reflektiert werden.
- Diese Maschine ist bei eventuell auftretenden Fehlern umgehend zu Stoppen.
- Es ist jede Arbeitsweise zu unterlassen, die die Sicherheit von Personen oder der Maschine beeinträchtigt.
- Die Maschine und ihre Komponenten wie zum Beispiel die Linse und Spiegel sind stets sauber zu halten.



**Vorsicht**

Die Justage des Strahlengangs darf ausschließlich durch Servicemitarbeiter der Firma Trotec Laser GmbH erfolgen.

**2.4 Anforderungen an das Bedien- und Servicepersonal**

**Die Anforderungen an das Bedien- und Servicepersonal sind:**

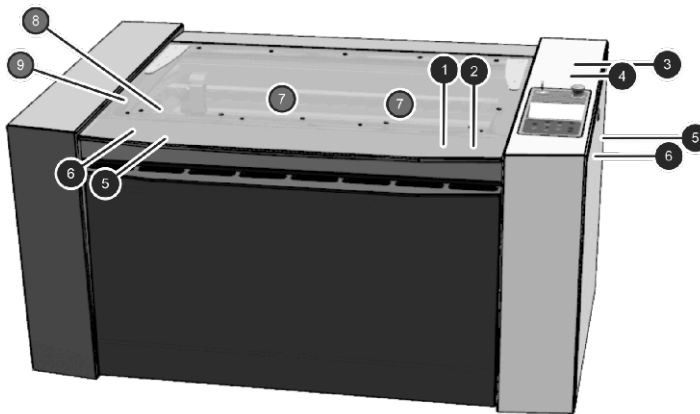
- Das Personal muss die Anleitung insbesondere das Kapitel "Sicherheit" gelesen und verstanden haben.
- Das Personal darf nicht unter Einfluss von Drogen, Alkohol oder die Reaktionsfähigkeit beeinflussenden Medikamenten stehen.
- Das Personal muss mit dem Umgang des CO<sub>2</sub> Feuerlöschers vertraut sein.
- Das Personal muss durch ausreichende und detaillierte Schulung, qualifiziert sein die Maschine zu bedienen. Liegen beim Personal nicht die notwendigen Kenntnisse vor, ist dieses auszubilden und im Einschulungs-/Abnahmeprotokoll festzuhalten.

Tätigkeit	Zielgruppe	Bezeichnung
Bedienung/Betrieb/ sonstige Aktivitäten (z.B. Fehlerbehebung, Wartung)	Fachpersonal oder Trotec Service Techniker	Als Fachpersonal gilt, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.



### 2.5 Kennzeichen an der Maschine (Warn- und Sicherheitsaufkleber)

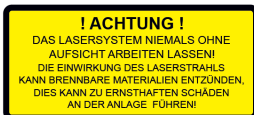
Die Warn- und Hinweisaufkleber sind am Gerät an jenen Stellen angebracht, die vor der Inbetriebnahme bzw. während des Betriebes eine Gefahrenquelle darstellen könnten. Achten Sie daher speziell auf die Hinweise auf den Schildern.



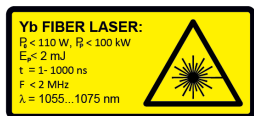
1



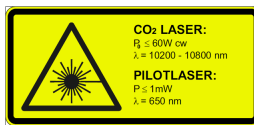
2



3



4



5



6



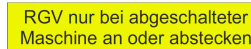
7

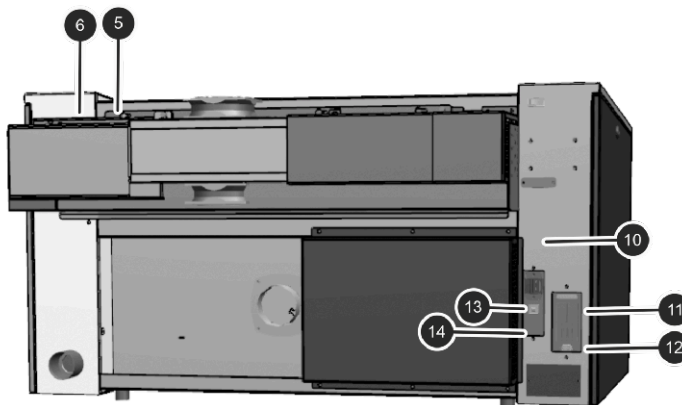


8



9





5 **VORSICHT**  
SICHTBARE LASERSTRAHLUNG KLASSE 2  
WENN GEÖFFNET  
NICHT IN DEN STRAHL BLICKEN  
nach EN 60825 - 1:2015-07

6 **GEFAHR**  
UNSICHTBARE LASERSTRAHLUNG KLASSE 4.  
WENN GEÖFFNET  
BESTRAHLUNG VON AUGE ODER HAUT DURCH  
DIREKTE ODER STREUSTRAHLUNG VERMEIDEN!  
nach EN 60825 - 1:2015-07

10 **ACHTUNG !**  
Vor Öffnen des Gerätes ist  
der Netzstecker zu ziehen  
**ATTENTION !**  
Hazardous voltage inside  
Before opening disconnect mains

11 **ABSAUGUNG**

12 **PC**

13 Sicherungen

14 **NENNSPANNUNGSBEREICH**  
220-240VAC 50/60Hz



**Vorsicht**

**Verlust oder Beschädigung von Warn- und Sicherheitsaufklebern.**

Fehlen an der Maschine die Warn- und Sicherheitsaufkleber, oder sind diese beschädigt, kann der Anwender diese nicht mehr erkennen, oder deutet sie falsch. Es besteht Verletzungsgefahr.

- Bei Verlust oder Beschädigung der Schilder sind diese umgehend zu ersetzen.
- Kontaktieren Sie Ihren zuständigen Vertriebspartner für Informationen.

### 2.6 Schutzeinrichtungen



#### Warnung

##### Gefahr durch Laserstrahl.

Bei nicht voll funktionsfähigen oder nicht montierten Sicherheitseinrichtungen und Schutzeinrichtungen, kann es zu Personenschäden und Sachschäden kommen.

- Reedkontakt und Schutzabdeckungen der Anlage nicht entfernen, manipulieren oder außer Betrieb setzen. Diese müssen zu jeder Zeit voll funktionsfähig sein.
- Bei vermuteter oder festgestellter Beschädigung der Sicherheitseinrichtungen und Schutzeinrichtungen ist die Maschine von der Hauptstromversorgung zu trennen.
- Beschädigte Schutzeinrichtungen müssen umgehend von einem Trotec-Techniker getauscht werden.

### 2.7 Technische Schutzmaßnahmen

#### 2.7.1 Hauptschalter

Durch Betätigen des Hauptschalters auf der Rückseite der Maschine wird die Maschine von der Hauptstromversorgung getrennt.

#### 2.7.2 Schlüsselschalter

Durch Drehen des Schlüsselschalters gegen den Uhrzeigersinn werden der Motor, die Laserquelle und die Elektronik spannungsfrei gestellt. Die Bedienung der Maschine durch nicht autorisierte Personen kann hierdurch unterbunden werden.

#### 2.7.3 Temperatursensor

Die Temperatursensoren garantieren eine zuverlässige Überwachung der Temperatur im Innenraum der Maschine und sind als zusätzlich Option erhältlich.

Wird ein voreingestellter Temperaturwert überschritten, ertönt ein Signal-Dauerton und warnt so den Bediener vor ungewöhnlichen Temperaturentwicklungen bei der Bearbeitung.

#### 2.7.4 Not-Aus Schalter

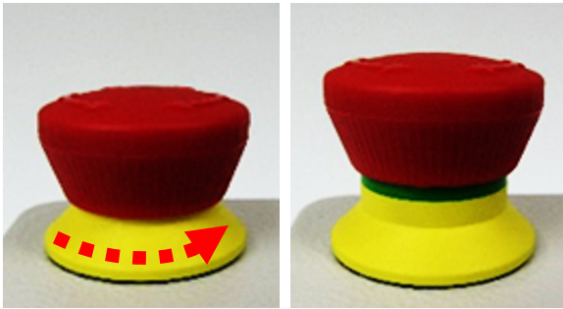
Das Drücken der Not-Aus-Schalters bewirkt ein sofortiges Abschalten des Stromkreises.

Der Laserstrahl wird unterbrochen und alle Bewegungen werden gestoppt.

### Die Aufgabe des Not-Aus-Schalters ist:

- Erste Priorität: Verhinderung von Gefährdung des Bedienpersonals.  
Zweite Priorität: Abwendung von Beschädigung bzw. Zerstörung von Maschine und/oder Material.

### Not-Aus-Schalter quittieren



1. Drehen Sie den Not-Aus-Schalter gegen den Uhrzeigersinn, um diesen zu entriegeln, sodass die grüne Markierung sichtbar ist.
2. Starten Sie das Lasersystem mit Hilfe des Schlüsselschalters neu.

### 2.7.5 Interlock-Sicherheitsschalter

Die geschlossene Position des Acryldeckels, der Seitendeckel und Frontklappe wird mit Interlock-Sicherheitsschaltern abgefragt. Die Inbetriebnahme der Maschine ist bei geöffneten oder nicht vorhandenen Schutzeinrichtungen nicht möglich. Der Pilotlaser ist jedoch weiterhin aktiv.

### 2.7.6 Acryldeckel

Der Acryldeckel ist auf den Lasertyp abgestimmt, welche vor Austritt der Laserstrahlung schützt.

### 2.7.7 Seitenabdeckung

Die Seitendeckel dienen als Laserschutz und müssen stets verschlossen und ordnungsgemäß befestigt sein.

### 2.7.8 Verhalten bei defekter Schutzeinrichtung

Bei vermuteten oder festgestellter Beschädigung der Sicherheits- und Schutzeinrichtungen kann es zu Personenschäden, oder Schäden an der Maschine kommen. Daher sind folgende Maßnahmen durchzuführen:

1. Betätigen Sie den Not-Aus-Schalter.
2. Trennen Sie die Maschine von der Hauptstromversorgung.
3. Kontaktieren Sie unseren Technischen Support in Ihrer Nähe.

### 2.8 Sekundäre (indirekte) Gefahren

#### 2.8.1 Brandgefahr



#### **Warnung** **Brandgefahr**

Es besteht Brandgefahr durch Gase und Verarbeitung von leicht brennbaren Materialien.

- Das Gerät nicht unbeaufsichtigt betreiben.
- CO<sub>2</sub> Feuerlöscher griffbereit halten und in unmittelbarer Nähe des Gerätes montieren.

Trifft ein Hauptlaserstrahl auf leicht brennbares Material, z. B. Papier, kann sich dieses entzünden und ein Brand kann schnell entstehen. Deshalb sollten Sie vor dem Einschalten des Lasers unbedingt darauf achten, dass kein leicht entflammbares Material im Strahlenverlauf ist.

Des Weiteren können sich Gase, welche sich unterhalb des zu bearbeitenden Materials bilden können entzünden, insbesondere wenn die Anforderungen an die Absaugung nicht erfüllt sind.

Bei mangelhafter Pflege und Reinigung des Systems besteht ein erhöhtes Risiko einer Flammenbildung.

Kontrollieren Sie zudem regelmäßig Ihr Luftkühlssystem am Laser. Besonders die Filter und Ventilatoren sollten regelmäßig auf ihre Funktion überprüft werden, damit durch Übertemperatur entstandene Defekte vermieden werden.

#### 2.8.2 Gase, Dämpfe und Stäube

In Abhängigkeit der bearbeiteten Werkstoffe und gewählten Parameter, kann es beim Laserbearbeiten zur Bildung von Gasen, Dämpfen, Aerosolen oder Stäuben kommen. Je nach Werkstoff können diese Nebenprodukte toxisch sein. In einzelnen Fällen kann es sich bei den Reaktionsprodukten um elektrisch leitende Stäube handeln. Gelangen diese in elektrische Anlagen, so kann es zu Kurzschlüssen mit Personen und zu Sachschäden kommen.

Der Betreiber hat für eine entsprechende Absaugung und Einhaltung entsprechender Richtlinien Sorge zu tragen, um eine Gefährdung von Menschen oder der Umwelt zu vermeiden. Hinweise finden Sie unter anderem in der Richtlinie VDI 2262 1...3 "Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz".

Darüber hinaus, ist durch den Bediener sicherzustellen, dass sich Gase, Dämpfe oder Stäube nicht auf der Bearbeitungsoptik niederschlagen. Eine Verschmutzung der Arbeitsoptik kann zu Leistungsverlusten, schlechten Bearbeitungsergebnissen und der Beschädigung des Gerätes führen.

2.8.3 Reflexion durch Materialien



**Warnung**

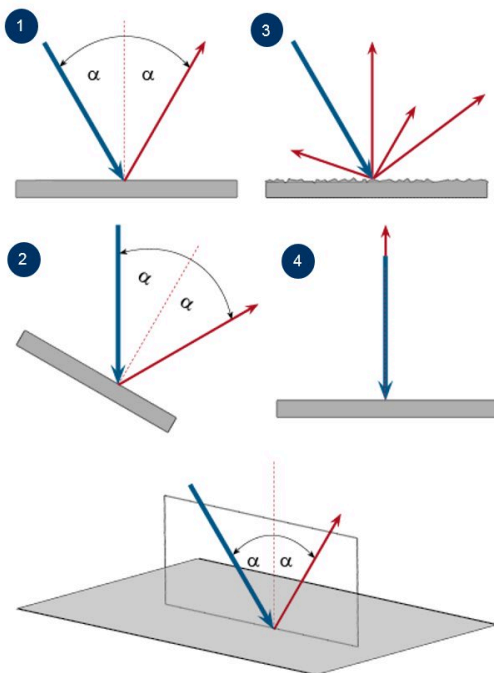
**Gefahr durch Laserstrahl.**

Bei unsichtbare Laserstrahlung von reflektierenden Materialien kann es zu Personenschäden und Sachschäden kommen.

- Bearbeitung von Materialien laut bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine.
- Keine stark reflektierende Materialien verwenden wie z.B. Aluminium, Chrom, Edelmetalle, Metallfolien, Edelstahl, Messing, Kupfer oder Titan.
- Besondere Vorsicht bei konkav und konvex geformten Oberflächen.
- Keine Gegenstände auf der Arbeitsfläche/im Arbeitsbereich ablegen.

**Reflexion der Laserstrahlung**

Für die Reflexion der Laserstrahlung gilt das Reflexionsgesetz: **Einfallswinkel = Ausfallswinkel**



Nr.	Beschreibung
1	Gerichtete Reflexion: Reflektierter Strahl auf glatter Fläche.
2	Gerichtete Reflexion: Reflektierter Strahl auf schräger Fläche.
3	Diffuse Reflexion: Reflektierter Strahl auf rauer Fläche.
4	Gerichtete Reflexion: Horizontal reflektierter Strahl auf glatter Fläche.

### 2.8.4 Informationen zu beschädigten Optiken



#### Warnung

##### Beschädigung der Optiken.

Verschmutzte Optiken absorbieren Laserstrahlung und können dadurch zerstört werden. Bei zerbrochenen oder beschädigten Linsen, sowie bei thermischer Zersetzung von Linsen, werden gesundheitsgefährdende Partikel freigesetzt.

- Umlenkspiegel und Optiken im Bereich der Strahlführung regelmäßig reinigen.
- Bei der Handhabung, Befestigung und Reinigung besonders vorsichtig vorgehen.
- Bei der Handhabung stets gleichmäßigen Druck auf die Optik ausüben und diese nicht einseitig belasten.
- Keine Werkzeuge oder harte Gegenstände zur Reinigung der Oberfläche verwenden.
- Die Linsenoberfläche nicht mit bloßen Fingern berühren.
- Das Reinigungstuch ausschließlich einmal und nie zweimal verwenden.
- Bei zerbrochenen oder beschädigten Linsen, sowie bei thermischer Zersetzung von Linsen, entsprechende Schutzmaßnahmen befolgen.
- Entsorgung gemäß örtlich geltender Gesetze.
- **Zerkratzte Linsen, oder Linsen die einen Einbrand aufweisen, dürfen nicht mehr verwendet werden!**

#### Zerkratzte oder zerstörte Linsenoberfläche

Beachten Sie, dass durch Kratzer in der Beschichtung kleine Mengen toxische Emissionen entstehen können welche gesundheitsgefährdend sein können, wenn sie eingeatmet oder verschluckt werden.

#### Thermische Zersetzung

Bei der thermischen Zersetzung entsteht Rauch aus Selen- und Zinkoxiden. Beim Einatmen oder Verschlucken besteht Vergiftungsgefahr. Indikatoren für eine Thermische Zersetzung von ZnSe (Zinkselenid) sind Ablagerungen in Form von weißem oder rotem Pulver und ein unangenehmer Geruch.

#### Zerbrochene Linsen

Bei optischen Komponenten aus ZnSe (Zinkselenid) entstehen bei der Zerstörung giftige Stäube und Dämpfe, die nicht eingeatmet werden dürfen. Der Staub kann zusätzlich Reizungen der Augen, Haut und des Atmungssystems verursachen. Wurde eine Linse während des Betriebes zerstört, ist bei Ausbau und Reinigung erhöhte Vorsicht geboten.

### 2.8.5 Schutzmaßnahmen bei beschädigten Optiken

#### Schutzmaßnahmen bei thermischer Zersetzung und zerkratzten bzw. zerstörten Linsen

- Schutzmaske oder Atemschutzfilter bei der Entsorgung tragen, um die Inhalation oder Ingestion von Thorium zu verhindern.
- Hände gründlich waschen, nachdem sie mit einer zerkratzten Beschichtung in Berührung gekommen sind.

#### Schutzmaßnahmen bei zerbrochener Linse

- Bei Wahrnehmung eines unangenehmen Geruchs Maschine abschalten.
- Atem anhalten.
- Anlagenbereich verlassen.
- Mindestens 30 Minuten warten, bis die Reaktion abgeklungen ist.
- Angemessene Schutzkleidung tragen (Atemschutz, Schutzbrille, Schutzanzug und Gummi- oder Plastikhandschuhe).
- Für Durchlüftung sorgen.
- Bei Wiederannäherung an die Anlage auf Geruchsbildung achten.
- Alle Linsenbruchstücke entfernen.
- Staubaufwirbelung vermeiden.



#### Entsorgung

Der ZnSe-Staub und die Linse ist trocken aufzunehmen und zusammen mit Bruchstücken sowie Kehrbesen, Schaufel und Schutzkleidung in luftdicht versiegelbaren Behältern oder Plastikbeutel gesammelt als Sondermüll zu entsorgen.

**Optische Komponenten nicht im Hausmüll entsorgen und nicht in die Kanalisation oder andere Wassersysteme gelangen lassen.**

**Entsorgung gemäß örtlich geltender Gesetze.**

### 2.9 Verhalten im Notfall

#### Verhalten bei Störungen

- Bei ungewöhnlichen Betriebszuständen, Deckel öffnen um den Bearbeitungsprozess zu stoppen bzw. falls vorhanden Not-Aus-Schalter drücken und die Maschine abschalten.
- Gegebenenfalls Maschine von der Hauptstromversorgung trennen.
- Laserschutzbeauftragten und Vorgesetzten informieren.
- Anleitung beachten.
- Reparaturarbeiten nur von Trotec Laser GmbH Service-Techniker durchführen lassen.
- Im Brandfall: Nur mit CO<sub>2</sub> Feuerlöscher bekämpfen, soweit dies gefahrlos möglich ist.





### Hinweis

Nach einem Löschvorgang ist der Technical Support von Trotec zu involvieren, bevor das System wieder in Betrieb genommen wird.

### Verhalten bei Unfällen, Erste Hilfe

- Ist durch Laserstrahlung ein Augenschaden eingetreten (bei Überschreitung der MZB-Werte), ist die/der Verunfallte unverzüglich einem Augenarzt vorzustellen.
- Die Annahme einer Augenschädigung ist gerechtfertigt, wenn eine Bestrahlung mit Laserstrahlen erfolgt ist und die MZB-Werte überschritten worden sind.
- Der Ersthelfer muss auf Eigenschutz achten.
- Das Gerät stromlos schalten.
- Den Verletzten aus dem Gefahrenbereich retten und Erste Hilfe leisten.
- Notarzt rufen!