

Optik-Handbuch

Korrektter Umgang mit Laser-Optiken

Serviceanleitung



Diese Dokumentation unterliegt dem Urheberrecht der Precitec GmbH & Co. KG.

Sie darf ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Precitec GmbH & Co. KG weder vervielfältigt noch in Widerspruch zu deren berechtigten Interessen verwendet werden. Sie dient ausschließlich dem internen Gebrauch im Rahmen von Einrichtungs- und Servicearbeiten, eine anderweitige Nutzung ist unzulässig. Jede Weitergabe dieser Dokumentation an Dritte bedarf der vorherigen, ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung der Precitec GmbH & Co. KG.

Änderungen von technischen Details gegenüber den Beschreibungen, Angaben und Abbildungen dieser Dokumentation sind vorbehalten.

Lasermatic, Laser Path Finder, LWM, das Precitec-Logo, precitec sind eingetragene Marken in Deutschland und/ oder anderen Ländern.

Printed in the Federal Republic of Germany.

Originalanleitung

Verantwortlich für den Inhalt

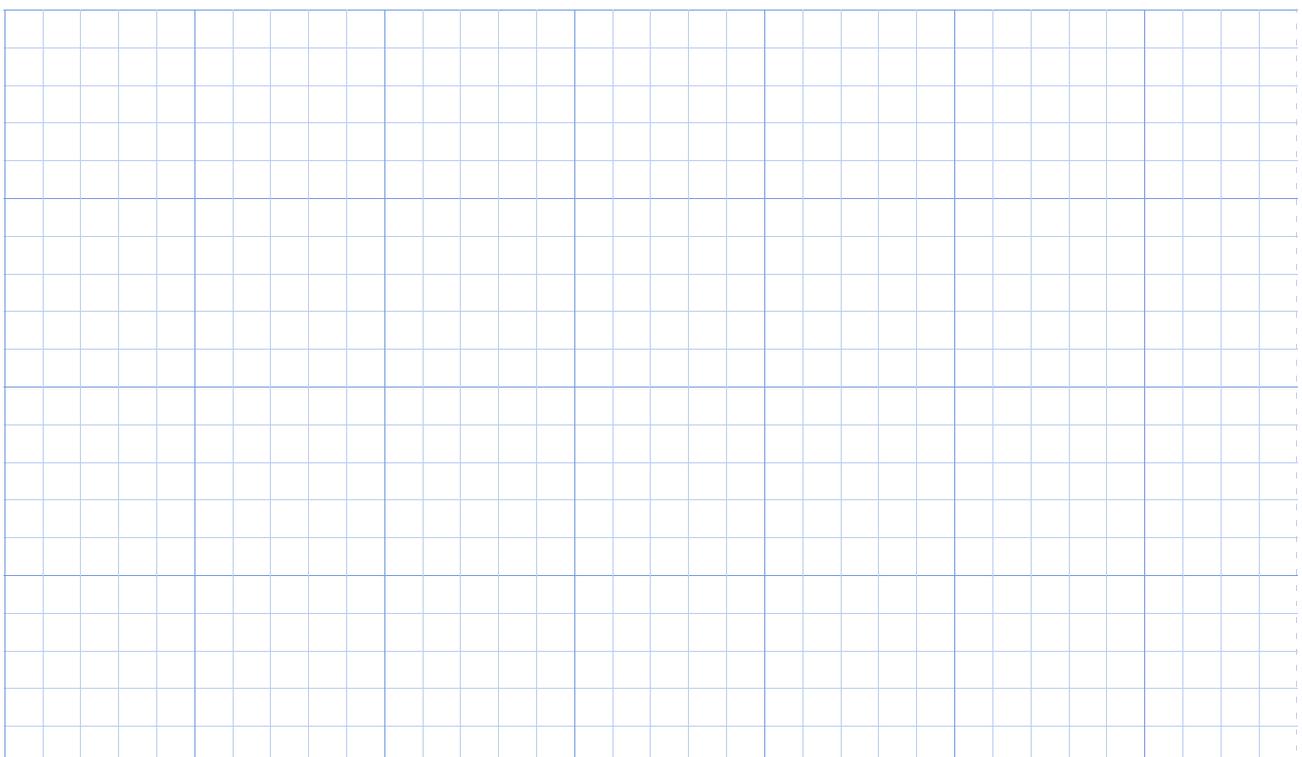
Precitec GmbH & Co. KG
Draisstraße 1
D - 76571 Gaggenau - Bad Rotenfels

Tel.: +49 (0)7225 684-0
Fax: +49 (0)7225 684-900
E-Mail: precitec@precitec.de

Änderungsübersicht

Datum	Kapitel/ Seite	Thema. Änderung, Maßnahme
03/2018	Equipment, Optikreinigung	Blasebalg entfernt
12/2013	Systembeschreibung	Optische Grundlagen
	Optikreinigung	Pinselreinigung entfernt
	Aus-/ Einbau der Optikelemente	Schutzglas Verschraubung Faserstecker/ Faserbuchse: <ul style="list-style-type: none"> • Überstrahlung/ Überhitzung • Optimierte Abdichtung
	Anhang	Niederlassungen

Notizen





Inhaltsverzeichnis

- 1 Grundlegende Sicherheitshinweise 1 - 1**
 - 1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung 1 - 1
 - 1.2 Verpflichtung von Betreiber und Personal 1 - 1
 - 1.3 Sicherheitsmaßnahmen 1 - 1
 - 1.4 Symbol- und Hinweiserklärung 1 - 2
 - 1.5 Gefährdung durch Laserstrahlung 1 - 2

- 2 Sicherheitshinweise zum Optikmaterial 2 - 3**
 - 2.1 Optikelemente aus Zinkselenid (ZnSe) 2 - 3
 - 2.1.1 Beschädigte Optikelemente aus Zinkselenid (ZnSe) 2 - 3
 - 2.1.2 Erste Hilfe 2 - 3
 - 2.1.3 Unfallfolgemassnahmen 2 - 3
 - 2.2 Optikelemente mit thoriumhaltiger Beschichtung 2 - 4
 - 2.2.1 Beschädigte Beschichtung 2 - 4
 - 2.2.2 Zerbrochene Optikelemente 2 - 4

- 3 Sicherheitshinweise zu Reinigungsmitteln 3 - 5**
 - 3.1 Ethanol (Reinigungsalkohol mind. 99,5%) 3 - 5
 - 3.2 Aceton oder 2-Propanol (Isopropanol) 3 - 5

- 4 Systembeschreibung 4 - 7**
 - 4.1 Funktion & Prinzip der Optikelemente 4 - 7
 - 4.1.1 Strahlengang im Laserkopf 4 - 7
 - 4.1.2 Laserfaser und Faserstecker 4 - 8
 - 4.1.3 Kollimator 4 - 8
 - 4.1.4 Linse 4 - 9
 - 4.1.5 Schutzglas 4 - 9
 - 4.2 Optik-Material 4 - 10
 - 4.3 Optik-Beschichtung 4 - 10
 - 4.4 Optische Grundlagen 4 - 11
 - 4.4.1 Abbildungsverhältnis / Fokusbildmesser 4 - 11
 - 4.4.2 Rayleighlänge 4 - 12
 - 4.4.3 Strahlparameterprodukt 4 - 13

- 5 Verunreinigte oder defekte Optiken 5 - 15**
 - 5.1 Analysehilfe zur Ursachen-Erkennung 5 - 15
 - 5.1.1 Verunreinigtes Schutzglas 5 - 15
 - 5.1.2 Verunreinigte Linse 5 - 16

- 5.1.3 Beschädigte Linse - Teil 1 **5 - 17**
- 5.1.4 Beschädigte Linse - Teil 2 **5 - 18**
- 5.1.5 Beschädigte Linse - Teil 3 **5 - 19**
- 5.1.6 Verunreinigtes Faserende **5 - 20**
- 5.1.7 Verunreinigter Kollimator **5 - 21**

6 Equipment 6 - 23

6.1 Arbeitsumgebung und Hilfsmittel 6 - 23

- 6.1.1 Flow-Box **6 - 23**
- 6.1.2 Handschuhe, Schutzbrille, Unterlage **6 - 24**
- 6.1.3 Beleuchtung, Hintergrund **6 - 25**
- 6.1.4 Druckluft **6 - 26**
- 6.1.5 Reinigungspads **6 - 26**
- 6.1.6 Reinigungsmittel **6 - 27**
- 6.1.7 Schutzfolien, Aufbewahrungsbehälter **6 - 27**
- 6.1.8 Reinigungsmaterial entsorgen **6 - 27**
- 6.1.9 Precitec Servicekoffer **6 - 28**
- 6.1.10 Ungeeignete Reinigungs- und Hilfsmittel **6 - 28**

7 Optikreinigung 7 - 29

7.1 Empfehlungen 7 - 29

- 7.1.1 Stufe 1: Losen Schmutz entfernen **7 - 29**
- 7.1.2 Stufe 2: Fest haftenden Schmutz entfernen **7 - 30**

8 Aus-/ Einbau der Optikelemente 8 - 31

- 8.1 Schutzglas **8 - 31**
- 8.2 Linse **8 - 33**
- 8.3 Laserfaser aus- / einbauen **8 - 34**
- 8.4 Kollimator aus- / einbauen **8 - 36**

9 Anhang 9 - 39

9.1 Technische Grundlagen 9 - 39

- 9.1.1 Umrechnung von Einheiten **9 - 39**
- 9.1.2 Übersetzungen von Fachbegriffen **9 - 39**

1 Grundlegende Sicherheitshinweise

Diese Betriebsanleitung richtet sich an ausgebildetes Fachpersonal im Bereich der Laser-Materialbearbeitung.



Beachten Sie alle Instruktionen und Anleitungen dieser Dokumentation. Darüber hinaus sind die für den Einsatzort geltenden Regeln und Vorschriften zur Unfallverhütung zu beachten.

1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Laserkopf ist zur Integration in eine Laseranlage bestimmt und wird für das Laserschneiden oder -schweißen von Metallen mit CO₂-, Festkörper- und Diodenlasern eingesetzt.

Verwenden Sie das Produkt nur in trockener Umgebung. Der Betrieb der Produkte/ Geräte darf nur innerhalb der durch die Technischen Daten angegebenen Spezifikationen erfolgen.



Eine von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichende Verwendung gilt als unsachgemäß. Für Schäden, die aufgrund einer unsachgemäßen Verwendung des Geräts entstehen, haftet Precitec nicht.

1.2 Verpflichtung von Betreiber und Personal

Der Betreiber der Anlage/ Maschine ist verpflichtet, nur Personen an der Anlage arbeiten zu lassen, die:

- mit den grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut und in die Handhabung der Anlage eingewiesen sind
- die Grundlegenden Sicherheitshinweise und die Betriebsanleitung gelesen, verstanden und dies durch ihre Unterschrift bestätigt haben.

Das Personal muss entsprechend den Vorschriften und Sicherheitshinweisen belehrt und auf die möglichen Gefahren hingewiesen werden.

Precitec haftet nicht für Schäden, die auf die Nichtbeachtung oder unzureichende Kenntnis der Betriebsanleitung zurückzuführen sind.

Die Vorschriften des Anlagenherstellers und des Lieferanten sind zu beachten. Die vorgeschriebenen Schutzmittel sind einzusetzen.

1.3 Sicherheitsmaßnahmen



Wenn Sie annehmen, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, müssen Sie das Produkt/ Gerät oder die Anlage außer Betrieb setzen und vor unbeabsichtigten Gebrauch sichern.

1.4 Symbol- und Hinweiserklärung

In der Betriebsanleitung werden folgende Benennungen und Zeichen für Gefährdungen und Hinweise verwendet.



Warnung!

Bedeutet eine unmittelbar/ möglicherweise drohende Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen. Das Nichtbeachten dieser Hinweise hat schwere gesundheitsschädliche bis lebensgefährliche Auswirkungen.



Vorsicht!

Bedeutet eine möglicherweise gefährliche Situation. Das Nichtbeachten dieser Hinweise kann zu Verletzungen oder zu Sachbeschädigungen führen.



Achtung - sauberer Arbeitsplatz!

Bedeutet, dass alle Eingriffe am Produkt, Montage- und Wartungstätigkeiten nur an einem sauberen Arbeitsplatz durchgeführt werden dürfen. Staub und Verunreinigungen führen zur Beschädigung oder Zerstörung von Bauteilen.



Achtung!

Berühren verboten - bedeutet, dass die Berührung der Kontaktflächen/ Optikteile zu Beschädigung oder Zerstörung von Bauteilen führen kann.



Wichtig: Informationen, die der Benutzer zu beachten hat/ kennen muss, um Störungen im Handlungsablauf/ beim Produkteinsatz zu vermeiden.



Tip: Vermittelt dem Benutzer zusätzliches Wissen, um sein Handlungsziel auf direktem Weg und ohne Probleme zu erreichen.

1.5 Gefährdung durch Laserstrahlung

Der Laserkopf emittiert keine Laserstrahlung. Es wird jedoch Laserstrahlung durch den Laserkopf hindurchgeführt. Bei Installations- und Wartungsarbeiten ist die Anlage abzuschalten.



Vorsicht – Laserstrahl!

Während des Einrichtbetriebes arbeitet die Anlage möglicherweise in der **Laserklasse 4:**

- Vermeiden Sie Bestrahlung von Augen oder Haut durch direkte Strahlung oder Streustrahlung
- Blicken Sie nicht in den Laserstrahl, auch nicht mit optischen Instrumenten
- Verwenden Sie Laser-Schutzbrillen nach DIN EN 207 und BGV B2

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, muss das Produkt/ Gerät oder die Anlage außer Betrieb gesetzt werden. Eine Sicherung gegen unbeabsichtigten Gebrauch ist vorzunehmen.

2 Sicherheitshinweise zum Optikmaterial

2.1 Optikelemente aus Zinkselenid (ZnSe)



Optikelemente für CO₂-Laser werden aus Zinkselenid hergestellt, erkennbar an einem bernsteinfarbigem Material.

2.1.1 Beschädigte Optikelemente aus Zinkselenid (ZnSe)



Warnung – Gefährdung durch giftige Substanz!

Im Fall einer Zerstörung oder Beschädigung der Linse oder des Schutzglases kann giftiger Staub mit Selenverbindungen freigesetzt werden.

- Giftig wenn eingeatmet
- Staub führt zu Reizung des Atemsystems, der Haut und Augen
- Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt aufsuchen
- Nicht essen, trinken oder rauchen während dem Umgang mit dem Material

2.1.2 Erste Hilfe



Erste Hilfe bei Kontakt mit Zinkselenid:

- Nach einatmen sofort frische Luft aufsuchen, Mund mit Wasser ausspülen, Arzt aufsuchen
- Nach Hautkontakt sofort gründlich mit Wasser und Seife waschen, bei anhaltender Reizung Arzt aufsuchen
- Nach Augenkontakt sofort gründlich (mind. 15 Min.) ausspülen, Arzt aufsuchen

2.1.3 Unfallfolgenmaßnahmen



Hinweise für die Säuberung und den Umgang mit Reststoffen:

- Staubaufwirbelung vermeiden
- Keinen Staub einatmen, geeigneten Atemschutz tragen
- Schutzbrille tragen
- Gummi- oder Plastikhandschuhe tragen
- Geeignete Schutzkleidung tragen
- Verteilung der Reststoffe vermeiden, nicht in die Kanalisation gelangen lassen
- Reststoffe in versiegelbare Behälter sammeln, markieren und fachgerecht entsorgen

2.2 Optikelemente mit thoriumhaltiger Beschichtung



Hochwertige IR-Antireflexbeschichtungen der Optikelemente für CO₂-Laser enthalten sehr geringe Mengen der radioaktiven Substanz Thorium. Dieses Thorium ist zwischen anderen Schichten eingebettet und bildet eine abgeschlossene radioaktive Quelle.

Die Thoriummenge in der Beschichtung, die von einer Beschädigung betroffenen ist, ergibt selbst in ungünstigen Fällen keine Strahlenbelastung über den Grenzen der Strahlenschutzverordnung.

Bei normalem Umgang oder Reinigen der Optik besteht keine Gefahr durch radioaktive Strahlung!

2.2.1 Beschädigte Beschichtung



Vorsicht – Gefährdung durch radioaktive Substanz!

Beschädigte, zerkratzte Beschichtungen bergen ein sehr geringes Risiko. Es können jedoch kleinste Mengen Thorium freigesetzt werden.

Diese sind gesundheitsgefährdend, wenn sie eingeatmet oder verschluckt werden. Trotz der geringen Aktivität empfehlen wir daher:

- Schutzmaske oder Atemschutz tragen, um Einatmen zu verhindern
- Hände gründlich waschen, nachdem sie mit einer zerkratzten Beschichtung in Berührung gekommen sind
- Loses Material an einer zerkratzten Stelle mit einem sauberen, weichen, mit Aceton gut angefeuchteten Baumwolltuch entfernen
- Gebrauchte Tücher, Handschuhe und Masken müssen versiegelt entsorgt werden

2.2.2 Zerbrochene Optikelemente



Vorsicht – Gefährdung durch radioaktive Substanz!

Nur sehr geringe Teile des Thoriums werden durch einen Linsenbruch freigesetzt.

Bei zerbrochenen Elementen besteht die Möglichkeit einer Hautverletzung. Damit kein Thorium über offene Wunden in den Körper gelangt ist es wichtig, Wunden zuerst medizinisch geeignet behandeln und verschließen, bevor weitere Aufräumarbeiten durchgeführt werden:

- Schutzmaske oder Atemschutz tragen
- Gummi- oder Plastikhandschuhe tragen
- Schutzkleidung aus Papier tragen
- Beim Zusammenkehren der Scherben Staub aufwirbeln vermeiden
- Bruchstücke, Kehrbesen, Schaufel, gebrauchte Tücher, Handschuhe und Masken müssen versiegelt entsorgt werden



Die gesetzlichen Rahmenbedingungen zur Entsorgung sind in der Strahlenschutzverordnung geregelt.



3 Sicherheitshinweise zu Reinigungsmitteln



Vorsicht – reizauslösende Reinigungsmittel!

Immer Schutzbrille tragen! Beim Reinigen der Optik mit Reinigungsmitteln besteht Gefahr für die Augen durch Spritzer.

Bei Augenkontakt sofort mindestens 15 Minuten mit viel Wasser spülen; eine gründliche Spülung wird erreicht, indem die Augenlider gespreizt werden. Anschließend Arzt aufsuchen.



Achtung – Handschuhe tragen!

Nur lösungsmittelfeste und puderfreie Handschuhe oder Fingerlinge benutzen!



Achtung – Lüftung!

Beim Umgang mit allen Reinigungsmitteln für ausreichende Lüftung sorgen!



Achtung – Methanol!

Methanol besitzt toxische Eigenschaften. Kontakt mit den Augen kann zur Erblindung führen. Es wird darum nicht mehr empfohlen!



Precitec empfiehlt:

Benutzen Sie die Reinigungsmittel **Ethanol**, **Aceton** oder **2-Propanol**.

3.1 Ethanol (Reinigungsalkohol mind. 99,5%)



Vorsicht – leichtentzündlich!

Bilden leicht entzündliche Dampf-Luft-Gemische.

3.2 Aceton oder 2-Propanol (Isopropanol)



Vorsicht – leichtentzündlich!

Bilden leicht entzündliche Dampf-Luft-Gemische.



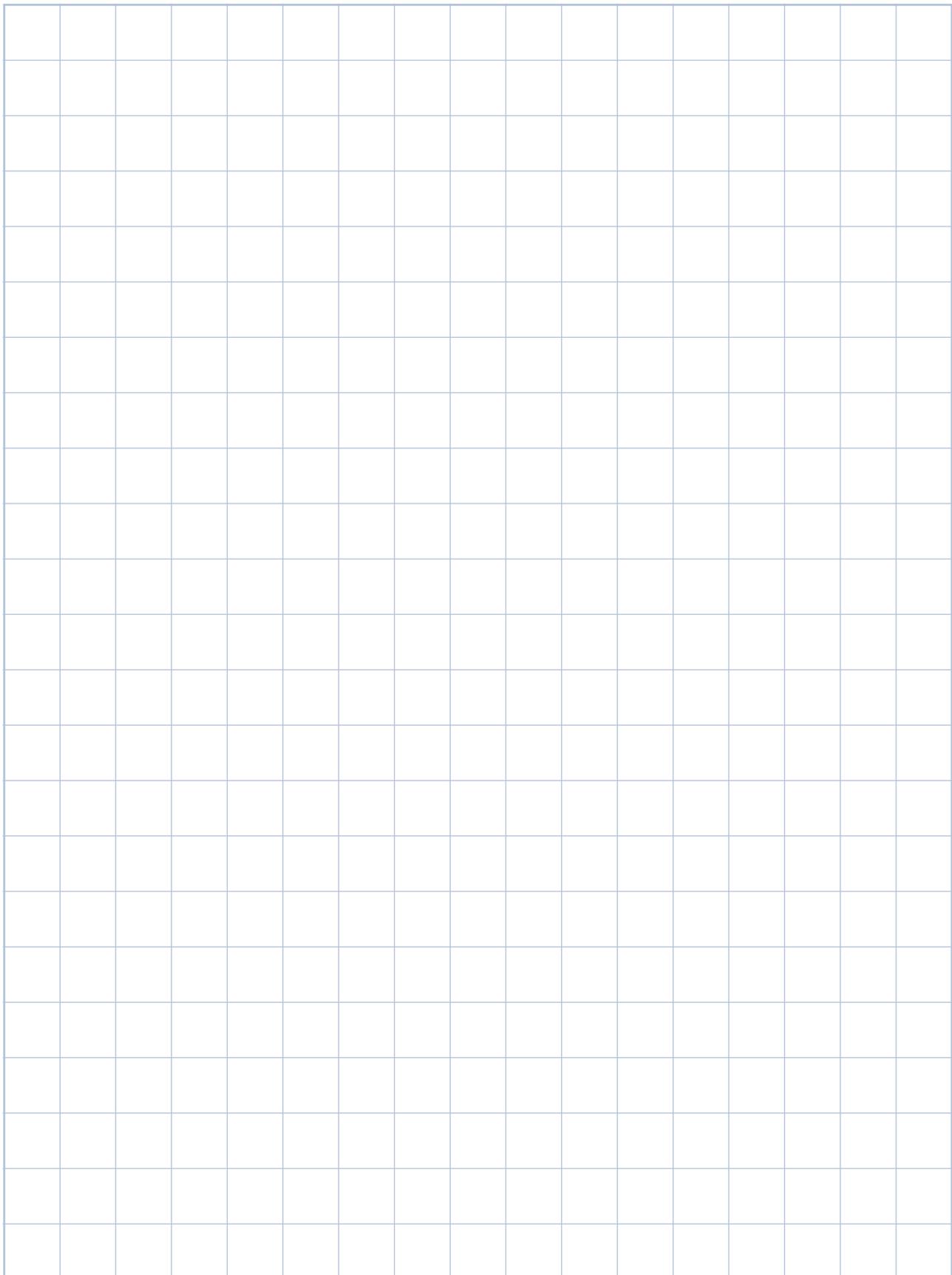
Vorsicht – reizend!

Kontakt verursacht Reizungen der Augen und der Schleimhäute.



Achtung – 2-Propanol!

2-Propanol **nicht** für Aluminium-Beschichtungen oder -Substrate verwenden.



4 Systembeschreibung

4.1 Funktion & Prinzip der Optikelemente

4.1.1 Strahlengang im Laserkopf



Der Laserstrahl eines Festkörper-, Dioden- oder Scheibenlasers wird durch eine Laserfaser in den Laserkopf eingekoppelt. Im Laserkopf richten justierbare Optikelemente den Laserstrahl so aus, dass die maximale Leistung am gewünschten Fokuspunkt erreicht wird.

Interaktive 3D-Grafik

[Zum aktivieren
bitte anklicken](#)

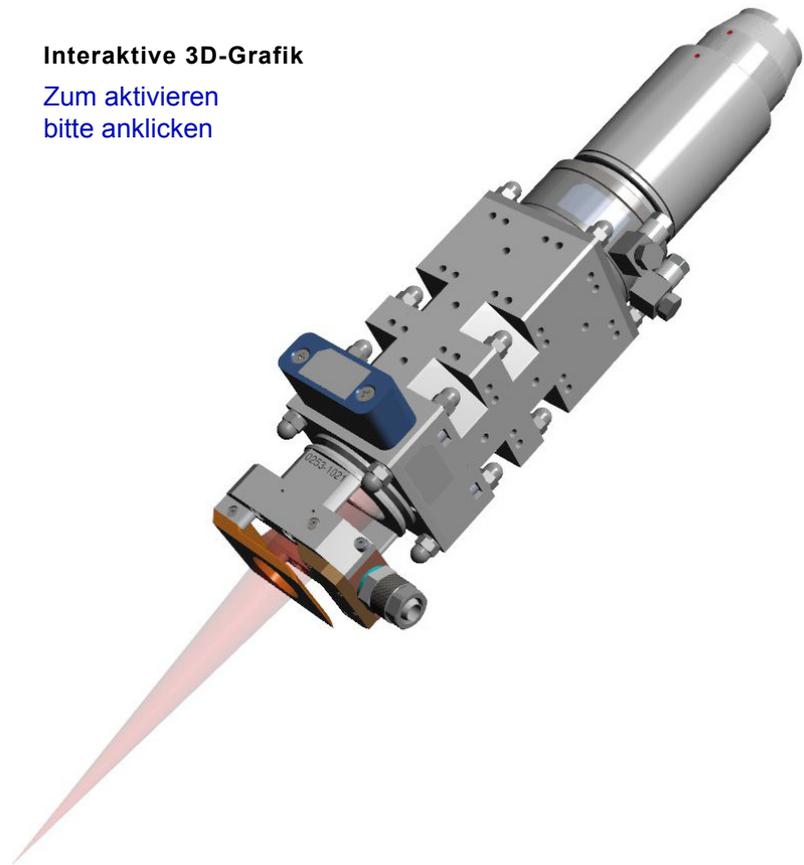


Abb. 4-1 Strahlengang im Laserkopf:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1 Faserbuchse | 5 kollimierter Laserstrahl |
| 2 Faserstecker | 6 Fokussierlinse |
| 3 Laserstrahl-Austritt aus Faser | 7 Schutzglas in Kassette |
| 4 Kollimator | 8 Fokus |

4.1.2 Laserfaser und Faserstecker



Die Laserfaser transportiert den Laserstrahl nahezu verlustfrei über mehrere Meter Distanz vom Lasergenerator zum Laserkopf. Am vorderen Ende des Fasersteckers tritt der Laserstrahl als ein divergentes Strahlenbündel aus und wird in die Optik des Laserkopfes eingekoppelt.



Abb. 4-2 Systeme von Fasersteckern

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1 Q5 | 3 RQB |
| 2 QD mit Kühlwasseranschluss | 4 QBH mit Kühlwasseranschluss |

Der lichtleitende Kern der Faser hat typischerweise einen Durchmesser von einigen -zig bis mehrere hundert μm . Die eingekoppelte Laserleistung beträgt mehrere kW je nach Anwendung und wird optional gekühlt. Die Anschluss-Systeme sind abhängig vom Anlagenhersteller. Die Faser ist durch mehrfache Ummantelungen geschützt und verfügt über Sensoren, die bei Faserbruch das unkontrollierte Austreten des Laserstrahls verhindert.

4.1.3 Kollimator



Der Kollimator ist das erste Optikelement im Laserkopf-Strahlengang. Er richtet das divergente Strahlenbündel aus der Laserfaser zu einem parallelen Strahl aus.



Abb. 4-3 Kollimatoren mit verschiedenen Brennweiten

Durch die hohe Leistungsdichte der Laserstrahlung muss der Kollimator oder Faserstecker in den Kühlwasserkreislauf integriert und gekühlt werden.



4.1.4 Linse



Die Linse fokussiert den Laserstrahl mit einer definierten Brennweite f auf den Fokuspunkt in der Bearbeitungsebene. Je nach Anwendung und System sind Einzellinsen oder Mehrfachlinsen, gefasst oder ungefasst im Einsatz.

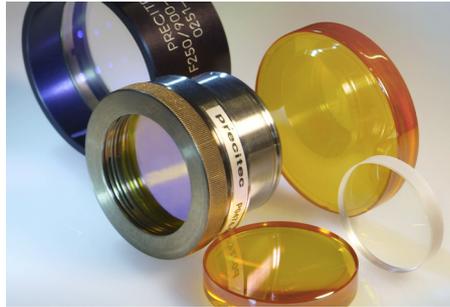


Abb. 4-4 Linsen

Systemabhängig ist die Linse direkt im Laserkopf oder in einer Wechselkassette eingebaut. Zur Kühlung der Linse wird Kühlwasser (indirekte Kühlung durch Umströmen des Linsenhalters) oder Schneidgas (direkte Kühlung durch Umströmen der Linse) verwendet.

Die Qualität, Reinheit und exakte Justierung der Linse ist maßgeblich für ein gutes Prozessergebnis und ihre lange Lebensdauer verantwortlich.

4.1.5 Schutzglas



Das Schutzglas verhindert die Verschmutzung und Beschädigung der hochwertigen Linse durch Spritzer aus dem Schneid- oder Schweißprozess. Es ist preiswert und lässt sich schnell tauschen, um den Fertigungsprozess nur kurz unterbrechen zu müssen.

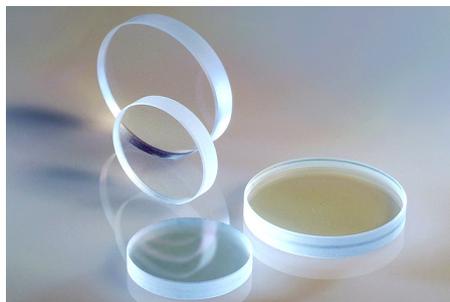


Abb. 4-5 Schutzgläser

Systemabhängig ist das Schutzglas direkt im Sensoreinsatz oder in einer Wechselkassette eingebaut und wird durch umströmendes Schneidgas gekühlt.

4.2 Optik-Material



Unterschiedliche Licht-Wellenlängen der verschiedenen Lasersysteme benötigen besondere Materialien für die Linsen und Gläser.

Typische CO₂-Lasieranlagen werden mit Optiken aus Zinkselenid (ZnSe), YAG-Lasieranlagen mit Optiken aus Quarzgläsern bestückt.

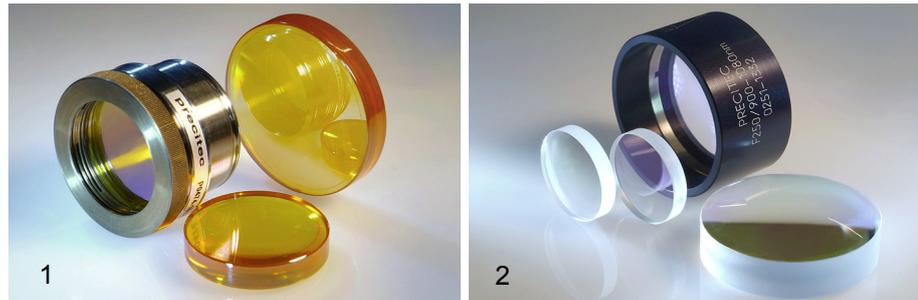


Abb. 4-6 Optik-Material

1 ZnSe-Linsen für CO₂-Lasieranlage

2 Quarzlinsen für YAG-Lasieranlage

4.3 Optik-Beschichtung



Die Optik-Beschichtungen (z.B. Entspiegelung) auf der Glasoberfläche der Optikelemente haben für die unterschiedlichen Licht-Wellenlängen spezifische Eigenschaften und sind oft aus mehreren Schichten aufgebaut.

Diese Beschichtungen sind sehr empfindlich und müssen entsprechend sorgsam behandelt werden!



Abb. 4-7 Optik-Beschichtung



Achtung — Metallbeschichtungen nur mit Druckluft reinigen!

Auf einigen Optikelementen - z.B. Spiegel - sind Metallbeschichtungen aufgebracht.

Diese sind so weich, dass sie nur mit Druckluft gereinigt werden dürfen. Selbst leichtes Abziehen mit feuchtem Optikpapier kann Kratzer in diesen Beschichtungen verursachen!



4.4 Optische Grundlagen

4.4.1 Abbildungsverhältnis / Fokusdurchmesser



Die Parameter der angeschlossenen Laserfaser und der eingebauten Strahlführungs-Optiken bestimmen das Abbildungsverhältnis und den Fokusdurchmesser.

Je kleiner der Fokusdurchmesser, umso höher sind Leistungsdichte und mögliche Präzision der Bearbeitung.

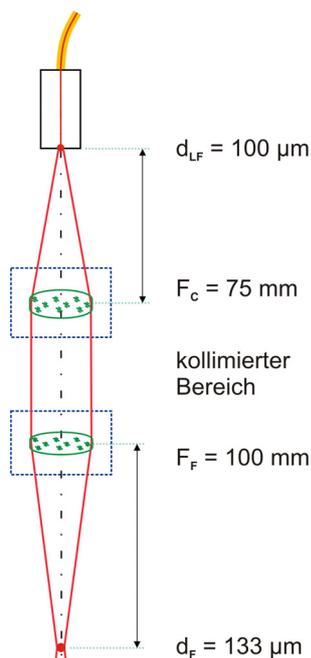


Abb. 4-8 Beispiel einer Laserkopf-Konfiguration

d_{LF} Durchmesser Laserfaser

F_C Brennweite Kollimatorlinse

F_F Brennweite Fokussierlinse

d_F Durchmesser Fokus (Strahltaile)

- **Abbildungsverhältnis (V) berechnen:**

$$V = F_F : F_C$$

Für die Beispielkonfiguration ergibt sich:

$$100 \text{ mm} : 75 \text{ mm} = \mathbf{1,33}$$

- **Fokusdurchmesser (d_F) berechnen:**

$$d_F = F_F : F_C \times d_{LF}$$

Für die Beispielkonfiguration ergibt sich:

$$100 \text{ mm} : 75 \text{ mm} \times 100 \text{ µm} = \mathbf{133 \text{ µm}}$$

oder:

$$d_F = V \times d_{LF}$$

$$1,33 \times 100 \text{ µm} = \mathbf{133 \text{ µm}}$$

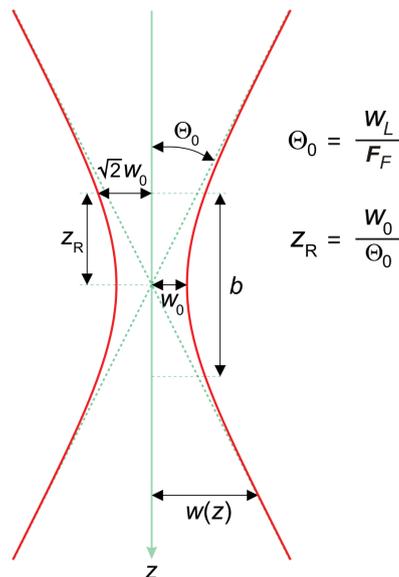
4.4.2 Rayleighlänge



Die Laserstrahl-Kaustik wird durch die Strahltaille und durch die Rayleighlänge charakterisiert.

Im Bereich der doppelten Rayleighlänge, auch als Schärfentiefe bezeichnet, ist der Laserstrahl für das Schneiden geeignet.

Die Rayleighlänge Z_R ist der Abstand entlang der optischen Achse, in der ein Laserstrahl seine Querschnittsfläche verdoppelt, ausgehend von der Strahltaille (W_0). Der Radius ist an der Stelle der Rayleighlänge um den Faktor $\sqrt{2}$ größer.



$$\Theta_0 = \frac{W_L}{F_F}$$

$$Z_R = \frac{W_0}{\Theta_0}$$

Abb. 4-9 Rayleighlänge über Divergenzwinkel berechnen

Θ_0 Divergenzwinkel (rad)

W_L Radius Fokussierlinse

Z_R Rayleighlänge

F_F Brennweite Fokussierlinse

W_0 Radius Strahltaille (Fokus)

b Schärfentiefe

• **Divergenzwinkel (Θ_0) berechnen:**

$$\Theta_0 = W_L : F_F$$

Für die Beispielkonfiguration ergibt sich:

$$15 \text{ mm} : 100 \text{ mm} = \mathbf{0,15 \text{ rad}}$$

• **Rayleighlänge (Z_R) berechnen:**

$$Z_R = W_0 : \Theta_0$$

Für die Beispielkonfiguration ergibt sich:

$$67 \text{ } \mu\text{m} : 0,15 = 447 \text{ } \mu\text{m} = \mathbf{0,45 \text{ mm}}$$

• **Schärfentiefe (b) berechnen:**

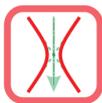
$$b = Z_R \times 2$$

$$0,45 \text{ mm} \times 2 = \mathbf{0,90 \text{ mm}}$$



Bei einem kleinem Fokusbereich ist die Leistungsdichte sehr hoch. Dadurch ist aber auch die Rayleighlänge sehr kurz und der Prozess wird empfindlicher gegenüber Schwankungen des Arbeitsabstands und des Bahnverlaufes.

4.4.3 Strahlparameterprodukt



Das Strahlparameterprodukt (SPP) beschreibt die Strahlqualität und damit die Möglichkeit, wie genau der Laserstrahl fokussiert werden kann. Je kleiner das SPP ist, desto höher ist die Strahlqualität.

Das SPP ist proportional zum Produkt aus dem Radius der Strahlmitte (W_0) und dem Divergenzwinkel (Θ_0).

- **Strahlparameterprodukt (SPP) berechnen:**

$$\text{SPP} = W_0 \times \Theta_0$$

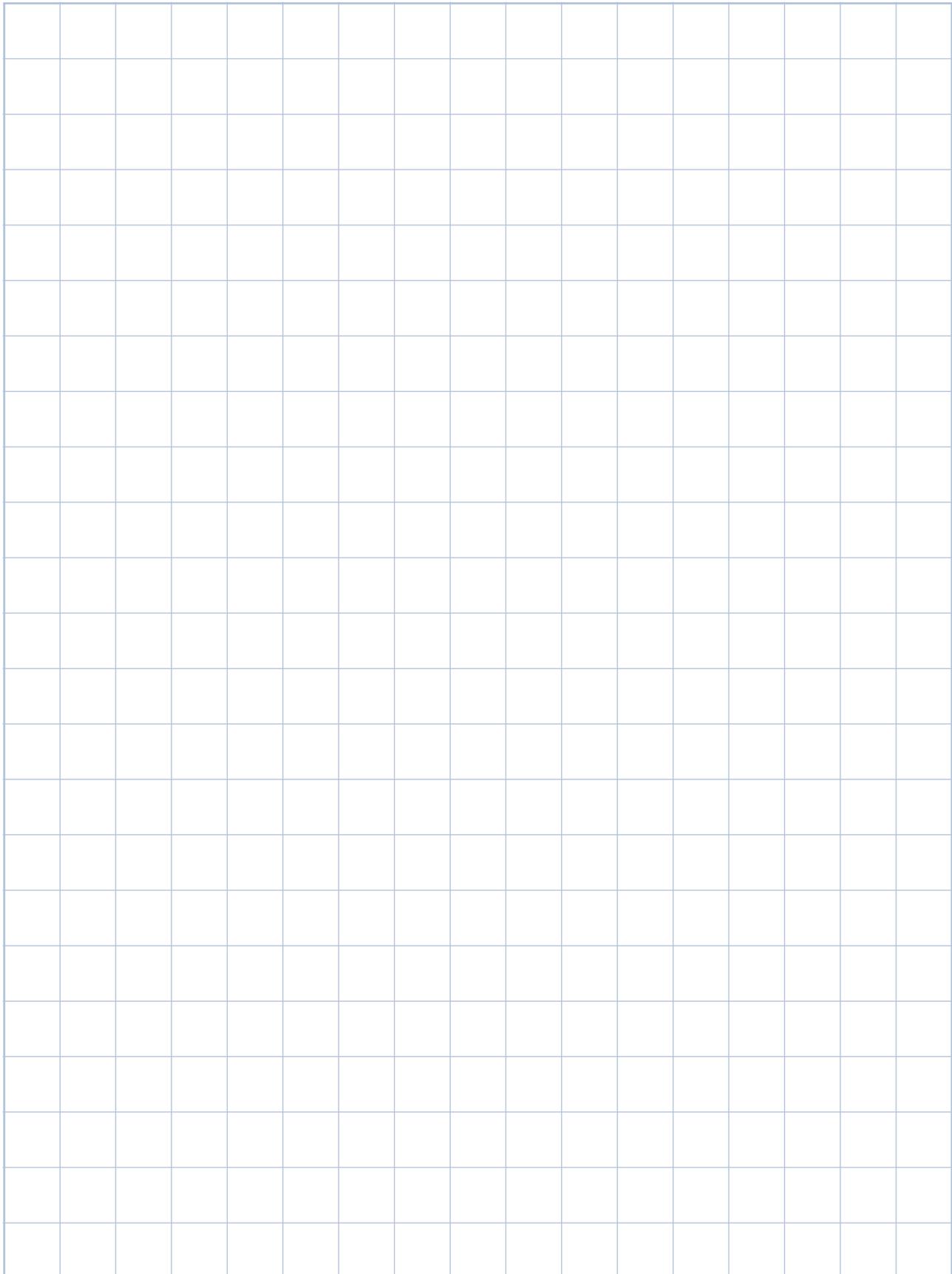
Für die Beispielkonfiguration ($W_0 = 67 \mu\text{m} = 0,067 \text{ mm}$), ($\Theta_0 = 0,15 \text{ rad} = 150 \text{ mrad}$) ergibt sich:
 $0,067 \text{ mm} \times 150 \text{ mrad} = \mathbf{10,0 \text{ mm mrad}}$



Alle vorgestellten Beispielberechnungen treffen für Laserstrahlen mit idealem Gauß-Profil zu.

Reale Laserstrahlprofile weisen aber mehr oder weniger starke Abweichungen vom Gauß-Profil auf.

Daher sind die Beispielberechnungen nur näherungsweise gültig.



5 Verunreinigte oder defekte Optiken

5.1 Analysehilfe zur Ursachen-Erkennung



Wichtig: das korrekte Beurteilen des Verschmutzungsgrades erfordert entsprechende Erfahrung und sollte nur von geschultem Personal durchgeführt werden.

Verunreinigungen in Form von Schneid-/Schweißspritzern, Schmutzpartikeln, Rückständen von Reinigungsmitteln, Fingerabdrücken, unreinen Prozessgasen u.a. haben sehr großen Einfluss auf die Zerstörschwelle der Optikelemente, speziell des Schutzglases und der Linse.

5.1.1 Verunreinigtes Schutzglas



Schutzgläser werden hauptsächlich durch den Schneid- und Schweißprozess durch Spritzer und Rauch verunreinigt. Bis zu einem gewissen Grad können sie gereinigt und wieder verwendet werden.



Abb. 5-1 Verunreinigte Schutzgläser

1 Schutzglas mit geringer Verunreinigung 2 Schutzglas mit starker Verunreinigung

Ist das Schutzglas nicht mehr zu reinigen, muss es ausgetauscht werden.



Achtung: in keinem Fall darf ein verschmutztes Schutzglas gewendet und wieder eingesetzt werden. Die Verunreinigungen, die sich von der Glasoberfläche ablösen, würden zu Einbränden oder Beschädigungen auf der Linse und im Sensoreinsatz führen!

5.1.2 Verunreinigte Linse



Bei der Verunreinigung der Linse muss zuerst ermittelt werden, ob die Ober- oder Unterseite betroffen ist. Daraus ergeben sich die Hinweise, wo die Ursache der Verunreinigung liegt.

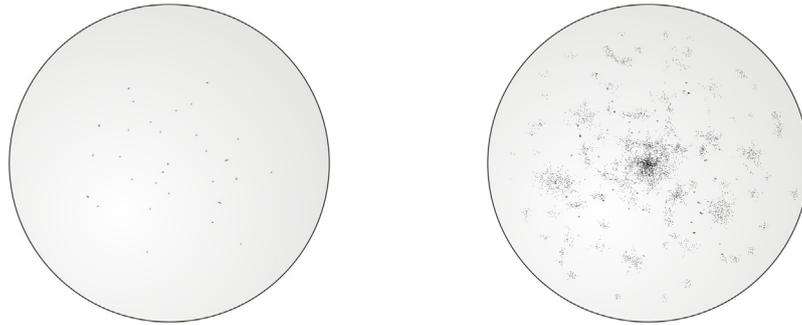


Abb. 5-2 Verunreinigte Linsen

1 Linse mit geringer Verunreinigung

2 Linse mit starker Verunreinigung



Verunreinigungen streuen den Laserstrahl und verursachen eine schlechte Schnittqualität sowie eine verringerte Lebensdauer der Linse.

Ursachen für verunreinigte Unterseite (Seite zum Werkstück orientiert):

- Falscher Eindringdruck (zu gering), speziell beim Schneiden mit Stickstoff
- Eindringen zu dicht an der Werkstück-Oberfläche
- Linse nicht im Fokus / falsche Schnittgeschwindigkeit
- Qualität des Werkstücks - hauptsächlich Rost
- Geringer Hilfsgasdruck
- Thermische Linsenwölbung durch Materialbelastung, Kratzer auf der Linse oder an der Oberfläche, Metallspritzer, usw.

Ursachen für verunreinigte Oberseite (Seite zum Kollimator orientiert):

- Nicht abgedichtetes Strahliefersystem (Löcher in den Kompensatoren). Kleine Partikel dringen in das Strahleniefersystem ein und landen auf der Oberseite der Linse, was ungleichmäßige Wärmeverteilung verursacht
- Verschmutzung durch Öl-/Flüssigkeit aufgrund verstopfter Filter und Luftabscheider



5.1.3 Beschädigte Linse - Teil 1



Das Schadensbild der Linse kann auf typische Ursachen hinweisen.

Nachfolgend einige Beispiele mit Beschreibung möglicher Ursachen.

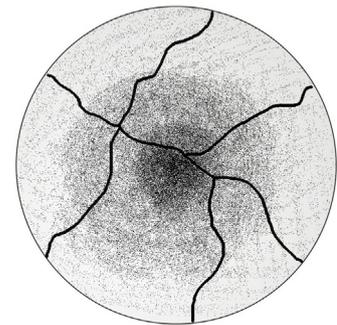
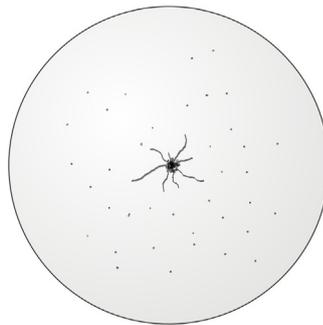


Abb. 5-3 Beschädigte Linsen

1 Sternförmige Risse

2 Zerbrochene Linse



Ungleichmäßige Wärmeverteilung in einer Fokussieroptik verursacht häufig sternförmige Risse oder zerbrochene Linsen.

Ursachen (1):

- Wechselwirkung zwischen Laserstrahl und Metallspritzern.
- Ungleichmäßige Strahlform
- Unzureichende Linsen Kühlung

Ursachen (2):

- Ölrückstände auf der Oberseite der Linse absorbieren eine große Menge an Laserleistung und verursachen ungleichmäßige Wärmeverteilung (heiße Spots), die zu einer Explosion der Linse führt
- Verunreinigtes Gas z.B. vom Kompressor, der das Strahlsystem mit Druckluft versorgt

Dieser Fehler verläuft von oben nach unten und weitet ein Loch komplett durch die Linsenmitte aus. Braune Rückstände und lokale, ungleichmäßige Verfärbungen an der Oberseite zeigen an, dass Ölprodukte auf der Oberfläche der Linse vorhanden sind. Der optische Fehler in diesem Fall ist ein direktes Resultat einer Verunreinigung im Strahlliefer-/Spülluftsystem.

5.1.4 Beschädigte Linse - Teil 2



Weitere Beispiele mit Beschreibungen möglicher Ursachen.

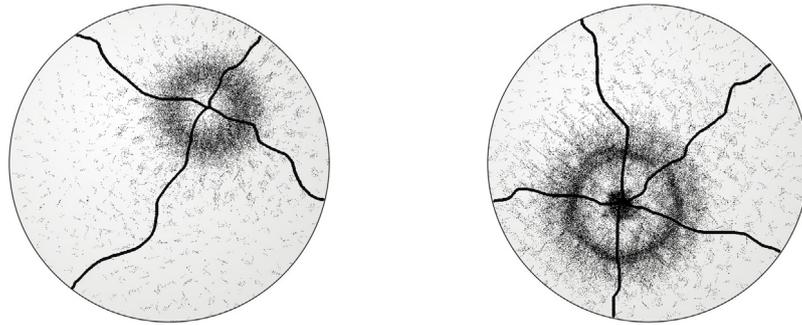


Abb. 5-4 Beschädigte Linsen

3 Strahlmodusfehler

4 Strahlausrichtungsfehler

Ursachen (3):

- Deformierter Modus
- Fehlerhafte Spiegelausrichtung
- Kühlungsfehler im Lasergenerator

Die Folge ist ein massiver Riss über die Kanten, gefolgt von einer nicht zentrierten Brandmarkierung über einen Bereich der Oberseite der Linse.

Diese Art von Verbrennung ist bei einem Strahlmodusfehler üblich. Ein deformierter Modus kann massive Energien erzeugen, die sich auf einen kleinen Spot auf der Linse konzentrieren und zu einer Explosion der Linse führen.

In den meisten Fällen wird ein Strahlmodusfehler durch eine falsche Ausrichtung des Spiegels oder einen Fehler im Kühlsystem des Strahliefersystems verursacht.

Ursachen (4):

- Strahl nicht zentriert
- Strahl nicht parallel zu einer oder mehreren Achsen, Linsenhalter wird getroffen

5.1.5 Beschädigte Linse - Teil 3



Weitere Beispiele mit Beschreibungen möglicher Ursachen.

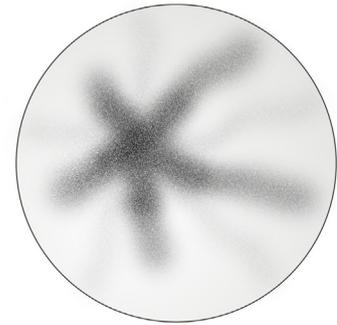
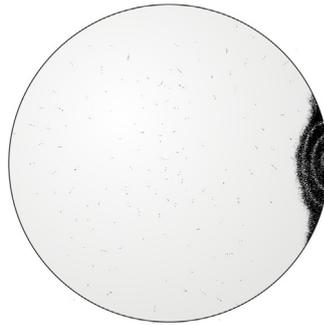


Abb. 5-5 Beschädigte Linsen

5 Kantenbruch

6 Beschichtung beschädigt

Ursachen (5):

- Metallgrate auf bearbeiteten Oberflächen
- Verunreinigungen (Metallpartikel) in der Halterung

Eine defekte Linsenhalterung führt zu einer hohen Belastung der Kanten der Optik, die in Form von angeschlagenen Kanten oder Kratzern entlang des Umfangs sichtbar wird.

Ursachen (6):

- Unsaubere Reinigung (evtl. sind noch Rückstände vorhanden)
- Falsche oder schlechte Qualität der Reinigungsmittel
- Zu aggressives Reinigungsmittel (auch Kratzer)
- Schlechte Linsenqualität

5.1.6 Verunreinigtes Faserende



Durch den kleinen Durchmesser des lichtleitenden Faserkerns und die hohe Leistungsdichte des Laserstrahls brennen sich kleinste Partikel schnell in das Faserende ein.

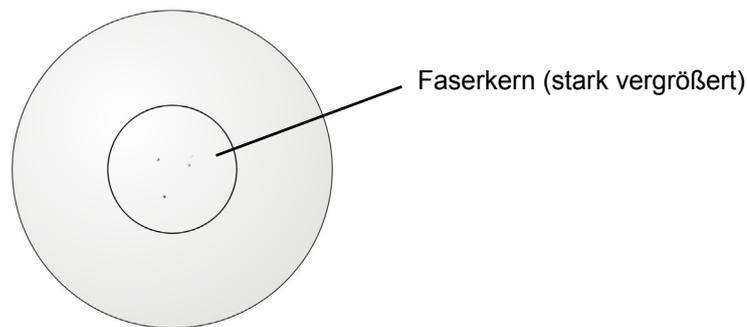


Abb. 5-6 Verunreinigtes Faserende



Die Verunreinigung des Faserendes können Sie nur mit Hilfe einer starken Mikroskop-Vergrößerung begutachten.

Mit bloßem Auge unsichtbare Verunreinigungen können bereits starke Auswirkungen auf die Laserstrahl-Qualität haben, z.B. durch starken Fokusshift, was den Bearbeitungsprozess beeinträchtigt.

Ursachen:

- Stecker wurde in unreiner Umgebung aus der Faserbuchse gezogen
- Beim Ziehen / Einsetzen des Steckers in die Faserbuchse wurde Metallabrieb verursacht
- Unsaubere Reinigung (evtl. sind noch Rückstände vorhanden)
- Falsche oder schlechte Qualität der Reinigungsmittel
- Zu aggressives Reinigungsmittel (auch Kratzer)



5.1.7 Verunreinigter Kollimator



Der Kollimator befindet sich nicht im direkten Einflussbereich des Schneid- oder Schweißprozesses. Daher sind Verunreinigungen seltener und der Grad der Verunreinigung schwächer als bei Linsen oder Schutzgläsern.



Sollten Schäden an Kollimatoren vorkommen, sind die Schadensbilder vergleichbar mit den zuvor beschriebenen Linsenschäden.

Ursachen:

- Eindringener Schmutz durch eine offene, nicht mit Schutzfolie abgeklebte Faserbuchse während Wartungsarbeiten
- Stecker wurde in unreiner Umgebung aus der Faserbuchse gezogen
- Beim Ziehen / Einsetzen des Steckers in die Faserbuchse wurde Metallabrieb verursacht
- Unsaubere Reinigung (evtl. sind noch Rückstände vorhanden)
- Falsche oder schlechte Qualität der Reinigungsmittel
- Zu aggressives Reinigungsmittel (auch Kratzer)



Achtung – Aus-/Einbau, Reinigung!

Kollimatoren dürfen je nach Laserkopf-System nur von speziell geschultem Service-Personal aus-/eingebaut und gereinigt werden.

Vor dem Ausbau des Kollimators Rücksprache mit dem Betreiber der Laseranlage halten!

6 Equipment

6.1 Arbeitsumgebung und Hilfsmittel



Eine saubere Arbeitsumgebung ist beim Austauschen und Reinigen von Optikelementen ist der wichtigste Faktor!

Wir empfehlen für alle Arbeiten an Optikelementen eine Flow-Box zu benutzen, um Reinraumbedingungen zu erzielen.

6.1.1 Flow-Box

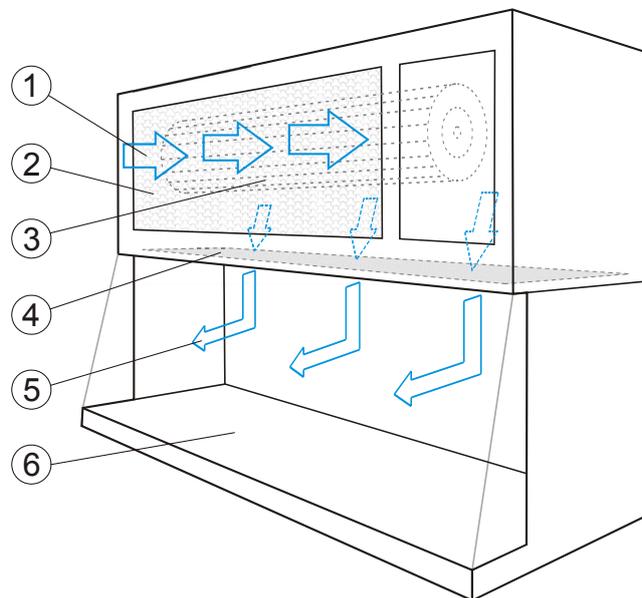


Abb. 6-1 Prinzip einer Flow-Box:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1 Luftzuführung | 4 Hauptfilter |
| 2 Vorfilter | 5 laminare Luftströmung |
| 3 Regelbares Gebläse | 6 Arbeitsfläche |



Achtung – Reinraumarbeitsplatz (Flow-Box)!

Alle Montage- und Umrüsttätigkeiten, insbesondere an den Strahlengangkomponenten (Kollimier- und Fokussieroptik), nur an einem Reinraumarbeitsplatz durchführen.

Den Strahlengang des Laserkopfes nur kurzfristig offenlegen, um diesen vor Staub und Schmutz zu schützen.



Wenn kein Reinraumarbeitsplatz verfügbar ist, suchen Sie einen besonders sauberen Raum auf. Benutzen Sie eine möglichst staubfreie, chemikalienfeste Arbeitsplatte (z.B. Resopal, Glas) als Unterlage, die vor jeder Reinigungsarbeit gründlich gereinigt werden muss.

6.1.2 Handschuhe, Schutzbrille, Unterlage



Achtung – empfindliche Optiken!

Staub, Fingerabdrücke oder festhaftende Verunreinigungen können bereits nach kurzer Betriebszeit zu Einbränden auf der Optik oder zu deren Zerstörung führen.

Optikelemente ausschließlich an deren inaktiven Flächen oder an der Fassung anfassen.



Tragen Sie eine Schutzbrille, um Ihre Augen vor Spritzern der Reinigungsmittel zu schützen.



Tragen Sie Handschuhe oder Fingerlinge mit folgenden Eigenschaften:

- lösungsmittelfest
- puderfrei



Benutzen Sie als Unterlage für Optiken weiche, fusselfreie und lösungsmittelfeste Tücher, um das Zerkratzen der weichen Optikelemente und deren Beschichtungen zu vermeiden.

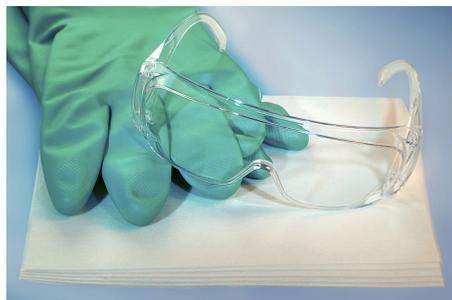


Abb. 6-2 Handschuhe, Schutzbrille, Unterlagetücher

6.1.3 Beleuchtung, Hintergrund



Visuelle Kontrolle

Die Kontrolle eines Optikelements (z.B. Linse oder Schutzglas) kann sowohl im Durchlicht als auch Streiflicht durchgeführt werden.

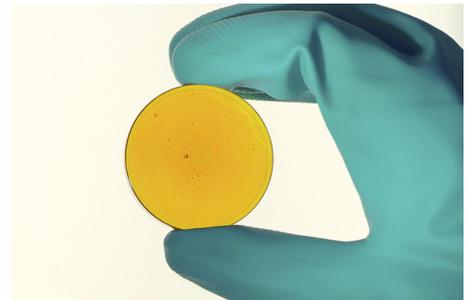
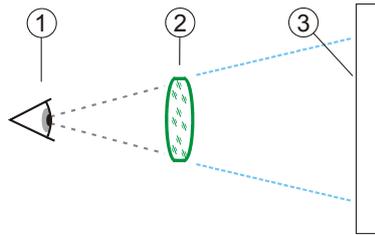


Abb. 6-3 Kontrolle im Durchlicht

- 1 Auge des Betrachters
- 2 Optikelement zur Kontrolle

- 3 Lichtquelle

Kontrolle im Durchlicht:

- Halten Sie die Optik mit Abstand gegen die Lichtfläche z.B. einer Leuchtstoffleuchte
- Betrachten Sie die Optik vor dem hellen Hintergrund, um Einbrände von Spritzern zu erkennen

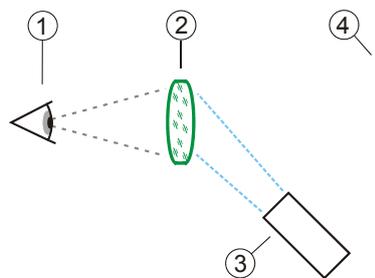


Abb. 6-4 Kontrolle im Streiflicht

Kontrolle im Streiflicht:

- Richten Sie eine Leuchte so zur Optik aus, dass ihr schräg einfallendes Licht die Optik durchleuchtet, ohne dass Sie selbst geblendet werden
- Betrachten Sie die Optik vor einem dunklen Hintergrund, um feine Kratzer oder Verschmutzungen zu erkennen

- 1 Auge des Betrachters
- 2 Optikelement zur Kontrolle

- 3 Lichtquelle
- 4 Dunkler Hintergrund

6.1.4 Druckluft



Abb. 6-5 Druckluft



Achtung – empfindliche Optikoberfläche!

Druckluft aus Spraydose muss **öl- und rückstandfrei** sein.

Keine gewöhnliche Industrie-Druckluft verwenden! Ölrückstände und Staub verursachen Einbrände.

NICHT mit dem Mund pusten! Speicheltröpfchen verursachen Einbrände.

6.1.5 Reinigungspads



Abb. 6-6 Reinigungspads



Achtung – Reinigungspads nur angefeuchtet benutzen!

Reinigungspads immer nur mit Reinigungsmittel angefeuchtet benutzen!

Nur Reinigungspads benutzen, die für die Reinraumarbeit konzipiert und lösemittelbeständig sind.

Reinigungspads immer nur am Stiel halten.

Die Padfläche nicht mit bloßen Fingern berühren.

Neue Reinigungspads immer in staubfreiem Behälter lagern.



6.1.6 Reinigungsmittel



Abb. 6-7 Reinigungsmittel



Precitec empfiehlt als Reinigungsmittel:

- Ethanol (Reinigungsalkohol) - Gehalt >99,5%
- Aceton
- 2-Propanol (Isopropanol)

6.1.7 Schutzfolien, Aufbewahrungsbehälter



Abb. 6-8 Schutzfolien, Aufbewahrungsbehälter



Achtung – Verschmutzung durch offenen Strahlengang!

Strahlengangöffnungen am Laserkopf sowie die Fassungen der Optikelemente immer mit Schutzfolie abdecken, damit kein Schmutz eindringen kann.

Aufbewahrungsbehälter für Optikelemente müssen besonders sauber und staubfrei sein. Optikelemente locker in Optikpapier einwickeln, nicht lose in die Aufbewahrungsbehälter legen.

6.1.8 Reinigungsmaterial entsorgen



Achtung – Verunreinigtes Reinigungsmaterial!

Verunreinigtes Reinigungsmaterial entsorgen, nicht mit benutzten Reinigungspads über die Optikoberfläche fahren.

Waschlösungen nur einmal verwenden (Gefahr der erneuten Verschmutzung).

6.1.9 Precitec Servicekoffer

Für die grundsätzlichen Reinigungsarbeiten hat Precitec einen Servicekoffer mit hilfreichem Zubehör zusammengestellt:

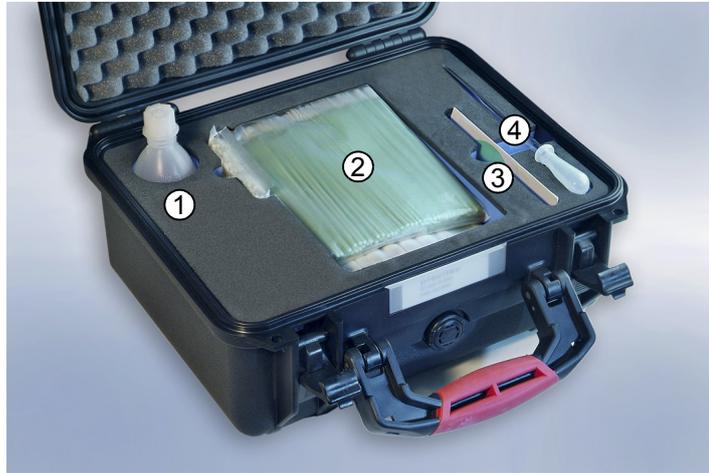


Abb. 6-9 Precitec Servicekoffer

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 Enghalsflasche (100 ml) | 3 Reinigungspapier, Schutzfolien |
| 2 Reinigungspads (groß, mittel, klein) | 4 Pasteurpipette |

Nicht im Lieferumfang enthaltenes Reinigungsmittel und Zubehör:

- Dosenluft (gereinigte, ionisierte Druckluft)
- Mikrofasertücher für Optik
- Handschuhe
- Schutzbrille

6.1.10 Ungeeignete Reinigungs- und Hilfsmittel

Precitec rät von der Benutzung folgender Reinigungs- und Hilfsmittel ab:



Achtung – keine Brillenputztücher verwenden!

Anti-Beschlagmittel-Rückstände beschädigen die Beschichtungen der Linsen oder Spiegel.



Achtung – ungeeignete Reinigungsmittel!

Keine Reinigungsmittel aus Kamerafachgeschäften oder für Kontaktlinsen benutzen! Diese können Wasser enthalten und beschädigen die Beschichtungen der Linsen oder Spiegel.

7 Optikreinigung

7.1 Empfehlungen



Kontrollieren Sie vor jeder Reinigung die Optik auf Verschmutzung.

Eine Reinigung soll nur bei Bedarf vorgenommen werden.

Unnötiges und zu häufiges Reinigen kann die empfindlichen Optikflächen beschädigen, was zu einem frühzeitigen Verschleiß führt.



Ermitteln Sie Prüf- und Reinigungsintervalle, die von Ihrem Fertigungsprozess abhängig sind.

Halten Sie diese Intervalle regelmäßig ein, um immer die optimale Arbeitsleistung und Strahlqualität des Lasers nutzen zu können.

Kurze Intervalle erfordern z.B. die Verarbeitung von Holz oder Gummi, die besonders hohe Rauch- und Rußemissionen erzeugen.



Gehen Sie schrittweise nach den folgenden Anleitungen vor und kontrollieren Sie nach jedem Schritt den Zustand der Optik.

7.1.1 Stufe 1: Losen Schmutz entfernen

Locker auf der Oberfläche sitzende Partikel mit Druckluft entfernen.



Achtung – nicht die Oberflächen berühren!

- Wichtig - Dosenluft mit Abstand (mind. 15 cm) zur Optik halten, um Kondensatbildung zu vermeiden.
- Dose nicht schief halten und nicht schütteln!
- Besonders auf kleine Glaspartikel am Rand der Substrate achten.



Abb. 7-1 Reinigung mit Druckluft



Wichtig!

Kontrollieren Sie nach jeder Reinigung die Optik mit einer erneuten Sichtprüfung auf Verschmutzung. Bei Bedarf weiter mit Stufe 2.

7.1.2 Stufe 2: Fest haftenden Schmutz entfernen

Verschmutzung mit Reinigungspad entfernen.



Achtung – nur feucht Reinigen!

Reinigungspads müssen immer mit Reinigungsmittel angefeuchtet sein! Trockene Reinigungspads verursachen Beschädigungen an der Beschichtung und Optikoberfläche.



Abb. 7-2 Reinigung mit Pads

1. **Reinigungspad mit Flüssigkeit (ca. 3-4 Tropfen) tränken.**
Zu starkes Aufdrücken beim Putzen vermeiden.
2. **Punktuell vorhandenen Schmutz nicht verreiben, sondern eher abtupfen.**
3. **Flächige Verschmutzung in spiraligen Putzbewegungen vom Zentrum der optischen Fläche aus nach außen entfernen.**

Die Flüssigkeit soll direkt hinter dem Reinigungspad verdunsten. Dann hinterlässt sie keine Rückstände. Reinigungspads nur am Griff/Stiel anfassen!



Wichtig!

Kontrollieren Sie nach jeder Reinigung die Optik mit einer erneuten Sichtprüfung auf Verschmutzung. Bei Bedarf Vorgang wiederholen.



Achtung – erfolglose Reinigung!

Lässt sich ein Optikelement auch mit der Padreinigung nicht säubern, muss es ersetzt werden.

Das Benutzen verschmutzter Optikelemente kann zu einer sehr schnellen Zerstörung dieser Elemente führen! Dadurch können auch andere Bauteile des Laserkopfs beschädigt werden!



8 Aus-/ Einbau der Optikelemente



Verwenden Sie nur original Precitec-Teile!

Alle Optikelemente wie Schutzgläser oder Linsen werden mit spezifischen Eigenschaften und besonders hoher Präzision gefertigt.

Ungeeignete oder falsche Teile können die Funktion des Systems beeinträchtigen und zu mangelhaften Schneidergebnissen führen.

8.1 Schutzglas



Detaillierte Informationen zum Ein-/Ausbau am Laserkopf entnehmen Sie bitte der spezifischen Betriebsanleitung des Laserkopfes.

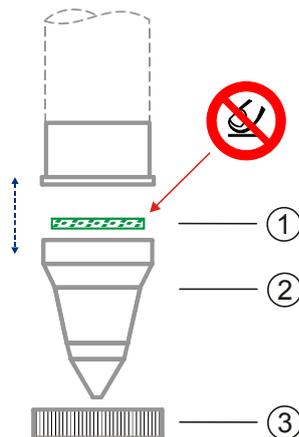


Abb. 8-1 Schutzglaswechsel:

1 Schutzglas

3 Mutter

2 Sensoreinsatz

■ Schutzglas ausbauen:

1. Sensoreinsatz ausbauen und Öffnung am Laserkopf mit einer Schutzfolie abkleben.
2. Sensoreinsatz um 180° gedreht in die Hand nehmen. Schutzglasfassung muss nach unten ausgerichtet sein.
3. Hilfswerkzeug auf die Schutzglasfassung aufsetzen und gegen den Uhrzeigersinn herausdrehen.
4. Schutzglas und O-Ring aus der Schutzglasfassung sorgfältig entfernen. Achten Sie dabei auf den O-Ring, dieser wird wieder benötigt.



Wichtig: in keinem Fall darf ein verschmutztes Schutzglas gewendet und wieder eingesetzt werden. Die Verunreinigungen würden dadurch zu Einbränden oder Beschädigungen auf der Linse und im Sensoreinsatz führen.



Schutzglas reinigen wie im Kapitel „Reinigungsvorgang“ beschrieben.

Lässt sich das Schutzglas nicht mehr reinigen oder ist es beschädigt, muss das Schutzglas ausgetauscht werden.

■ **Schutzglas einbauen:**

1. **Hilfswerkzeug mit den Stiften nach oben auf eine ebene Unterlage stellen.**
2. **Schutzglasfassung auf die Stifte des Hilfswerkzeugs aufnehmen, Schutzglas einlegen.**
3. **O-Ring auf das Hilfswerkzeug aufschieben.**
4. **Hilfswerkzeug mit O-Ring auf das Schutzglas aufsetzen.**
5. **Montagewerkzeug (mit Streifring bestückt (Alu-Scheibe)) leicht auf das Schutzglas pressen und dabei O-Ring mit Streifring auf dem Schutzglas abstreifen.**



Vorsicht – Montagewerkzeug!

Pressen Sie das Montagewerkzeug nicht zu fest auf. Ansonsten besteht die Gefahr des Schutzglasbruchs.

6. **Streifring auf der Schutzglasfassung angepresst halten und dabei Hilfswerkzeug sorgfältig vom Schutzglas entfernen.**
7. **Schutzglasfassung mit dem Hilfswerkzeug in den Sensoreinsatz einsetzen und fest bis zum mechanischen Anschlag einschrauben.**



Achtung - Druckdichtheit!

Schutzglasfassung und Schutzglas tragen zur Druckdichtheit des Laserkopfes bei. Wird ein Schutzglas nicht fest genug eingeschraubt, können folgende Fehler auftreten:

- Schutzglas hat Spiel und vibriert durch Schneidgasdruck
- Dadurch ungenaue Fokusslage, schlechtes Schneidergebnis

8. **Sensoreinsatz einbauen**
9. **Sensoreinsatz einsetzen und mit der Mutter handfest anschrauben.**

8.2 Linse



Detaillierte Informationen zum Ein-/Ausbau sowie zur Reinigung entnehmen Sie bitte der spezifischen Betriebsanleitung des Lasekopfes.

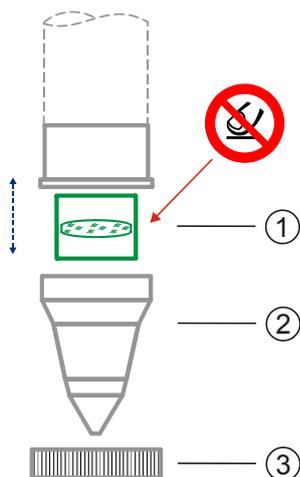


Abb. 8-2 Linsenwechsel:

- | | |
|-------------------------|----------|
| 1 Linse in Linsenhalter | 3 Mutter |
| 2 Sensoreinsatz | |

■ Linse ausbauen – Vorbereitungen

1. Schneidanlage ausschalten und gegen Einschalten sichern.
2. Laserkopf abkühlen lassen und mit feuchtem Tuch reinigen.

■ Linsenhalter entnehmen

3. Mutter abschrauben und Sensoreinsatz entfernen.
4. Linsenhalter mit Hilfswerkzeug ausschrauben und entfernen.



Linse reinigen wie im Kapitel „Reinigungsvorgang“ beschrieben.

Lässt sich die Linse nicht mehr reinigen oder ist sie beschädigt, muss die Linse ausgetauscht werden.

■ Linse einbauen

1. Linsenhalter mit dem Hilfswerkzeug in den Laserkopf einschrauben, bis die Nullmarkierung in Höhe der unteren Sichtkante steht.

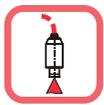
2. **Sensoreinsatz (mit Schutzglas und Düse) vor Befestigung der Mutter vollständig in den Laserkopf einsetzen und mit der Mutter handfest anschrauben.**



Achtung – Laserstrahlung!

Prüfen Sie nach jedem Ausbau/ Einbau des Linsenhalters die Zentrierung der Fokussieroptik und die Fokuslage!

8.3 Laserfaser aus- / einbauen



Detaillierte Informationen zum Ein-/Ausbau sowie zur Reinigung entnehmen Sie bitte der spezifischen Betriebsanleitung des Lasekopfes.



Achtung – Aus-/Einbau, Reinigung!

Der Laserfaser-Anschluss darf je nach Laserkopf-System nur von speziell geschultem Personal aus-/eingebaut und gereinigt werden.

Vor dem Ausbau des Laserfaseranschlusses Rücksprache mit dem Betreiber der Laseranlage halten!

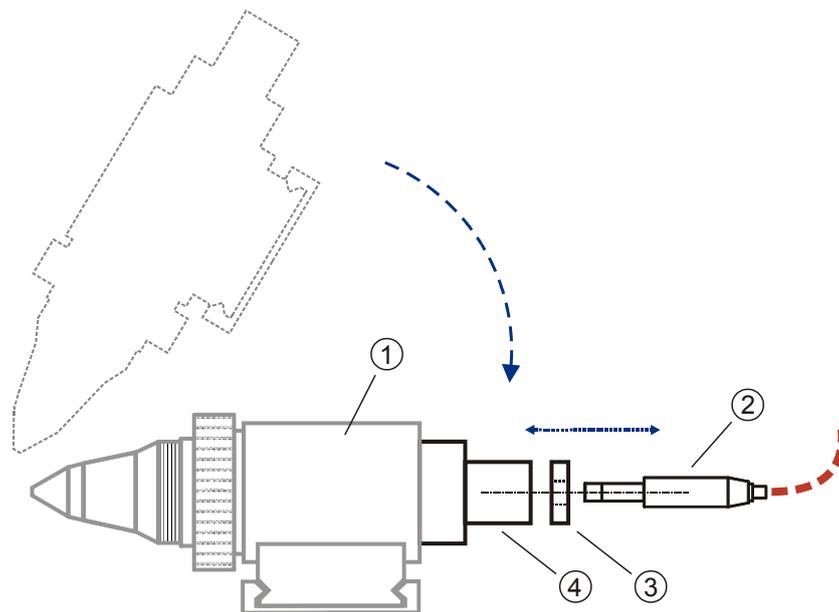


Abb. 8-3 Laserfaser:

- | | |
|------------------------------|---------------|
| 1 Achse in horizontaler Lage | 3 Abdeckring |
| 2 Faserstecker | 4 Faserbuchse |



Ein Abdeckring verhindert das Eindringen von Staub und Schmutz in die Faserbuchse. Den Ein-/Ausbau der Laserfaser an den Laserkopf darum nur in horizontaler Lage durchführen!

■ Faserstecker ausbauen

1. Laserkopf in horizontale Lage bringen.
2. Faserstecker, Abdeckring und Faserbuchse mit feuchtem Tuch reinigen.
3. Faserstecker vorsichtig ausbauen, Abdeckring abziehen.
4. Faserbuchse mit einer Schutzfolie abkleben, Schutzkappe auf Faserstecker setzen.

■ Faserstecker einbauen

1. Schutzfolie von der Faserbuchse, Schutzkappe vom Faserstecker entfernen.
2. Abdeckring auf den Faserstecker aufziehen.
3. Faserstecker vorsichtig in die Faserbuchse einstecken.
4. Faserstecker fixieren oder Bajonettverschluss schließen.



Achtung - Faser-Faser-Kopplung - Überstrahlung und Überhitzung

Eine Überstrahlung der Optik kann eine Überhitzung des Laserkopfes verursachen.

Dieser Effekt kann z.B. auftreten, wenn bei einem kleinen Faserkerndurchmesser ($\leq 100 \mu\text{m}$) ein Teil der Laserstrahlung in den Fasermantel (Cladding) einkoppelt.

Daher muss besonders auf die exakte Ausrichtung der Faser-Faser-Kopplung geachtet werden!

Wenden Sie sich bei Bedarf an den Hersteller des Kopplers.



Abdichtung optimieren

Bei Laserköpfen ohne Spülluftversorgung kann es bei staubintensiven Prozessen notwendig sein, die Verbindung Faserstecker/ Faserbuchse besonders abzudichten.

Dafür wird die Verwendung von flexiblem, silikonfreiem Klebeband empfohlen, das sich rückstandsfrei entfernen lässt.

- Klebeband in 3-4 Lagen fest um den Abdeckring, den Faserstecker und die Faserbuchse wickeln

8.4 Kollimator aus- / einbauen



Detaillierte Informationen zum Ein-/Ausbau sowie zur Reinigung entnehmen Sie bitte der spezifischen Serviceanleitung des Lasekopfes.



Achtung – Aus-/Einbau, Reinigung!

Kollimatoren dürfen je nach Laserkopf-System nur von speziell geschultem Service-Personal aus-/eingebaut und gereinigt werden.

Vor dem Ausbau des Kollimators Rücksprache mit dem Betreiber der Laseranlage halten!

Laserköpfe von Precitec sind mit unterschiedlichen Kollimator-Modellen im Einsatz:

- Anbaukollimatoren (abhängig von verwendeter Achse)
- Einbaukollimatoren (abhängig von verwendeter Achse, Form Cutter)
- integrierte Kollimatoren (SolidCutter)

Kollimator ausbauen

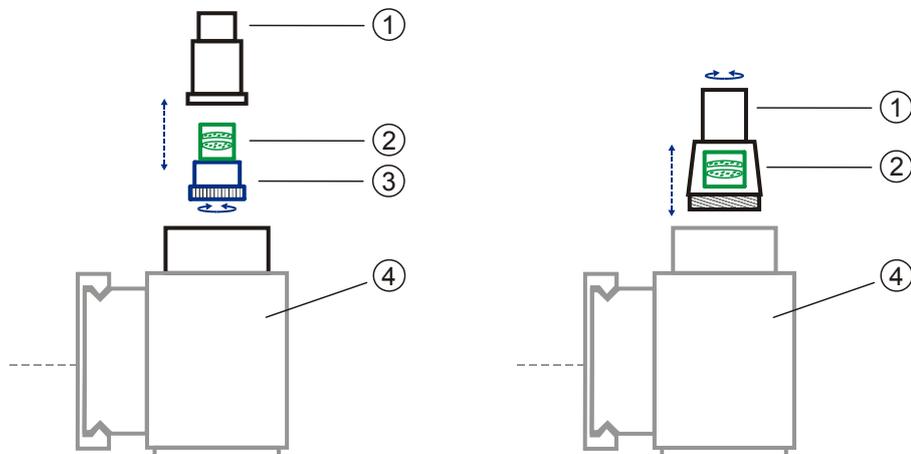


Abb. 8-4 Beispiele:
Anbaukollimator

Kollimator in Achse LD30C
(Gewindemontage)

- 1 Faseranschluss
- 2 Kollimator

- 3 Hilfswerkzeug
- 4 Achse



Achtung – Medienleitungen!

Bei allen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten am Kollimator müssen die Medienleitungen des Kollimators druckfrei über deren Anschlusskupplungen getrennt werden.



1. Medienleitungen über deren Anschlüsse am Kollimator trennen. Achten Sie dabei darauf, dass Kollimator und Laserkopf nicht verschmutzt werden.
2. Befestigungsschrauben am Kollimator lösen und entfernen.
3. Danach Kollimator auf eine saubere Unterlage ablegen.



Kollimator reinigen

Strahlengang des Bearbeitungskopfes nur kurzfristig offen legen, um diesen vor Staub und Schmutz zu schützen.



Achtung – empfindliche Optik!

Kollimator- Linse mit sauberer Druckluft abblasen.

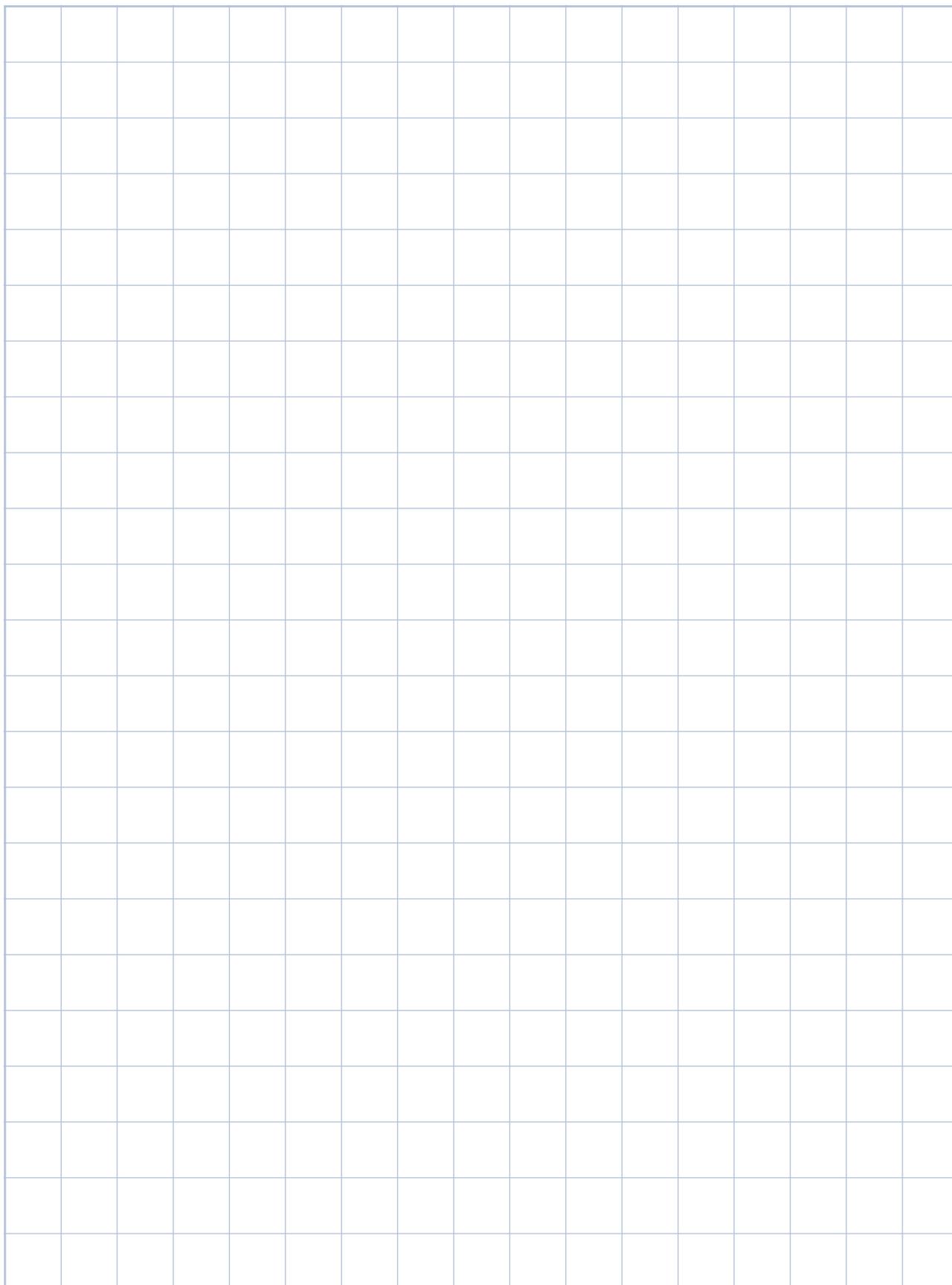
Vorgang wiederholen, bis die Oberfläche der Linse sauber ist.

Lässt sich die Oberfläche der Linse mit sauberer Druckluft oder einem feuchten Reinigungspad nicht mehr reinigen, so muss der Linsenhalter zum Reinigen an Precitec eingeschickt werden.

Beschädigte Linsen sind mit dem Linsenhalter auszutauschen.

Kollimator einbauen

1. Linsenhalter (mit gereinigter Kollimierlinse) in den Kollimator einsetzen, dabei auf die Einbaulage/ Markierung achten.
2. Gewinding/ Markierung des Linsenhalters muss in Richtung Laserfaser-Ende liegen.
3. Linsenhalter mit dem Gewinding handfest sichern.
4. Medienleitungen über deren Anschlüsse an Kollimator anschließen.





9 Anhang

9.1 Technische Grundlagen

9.1.1 Umrechnung von Einheiten

1,0 mm	=	0,03937"
25,4 mm	=	1,0"
1,0 kg	=	2,20 lb (pounds)
1,0 bar	=	0,1 MPa = 14,50 psi (pounds/square inch) = 0,99 atm (Atmosphäre)
1,0 l (Liter)	=	1,06 qt (quarts US) = 0,88 qt (quarts Imp)
0,0284 l	=	1,0 fl oz (fluid ounce)

Tab. 9-1 Anhang: Einheiten - Umrechnungstabelle

9.1.2 Übersetzungen von Fachbegriffen

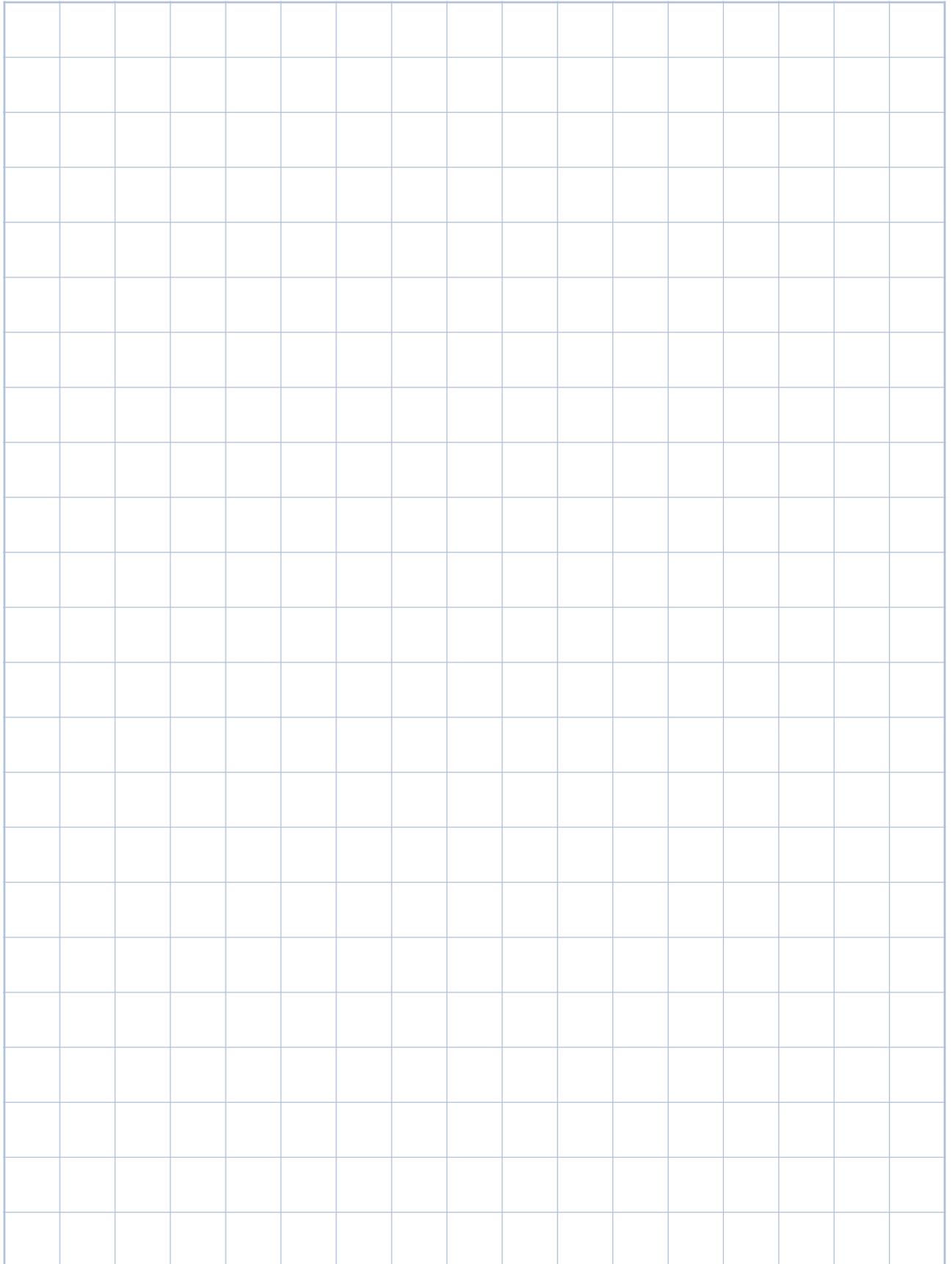
Deutsch	English	Français	Español
Lasergase			
CO ₂ - Kohlendioxid	carbon dioxide	dioxyde de carbone	dióxido de carbono
Stickstoff	nitrogen	azote	nitrógeno
Sauerstoff	oxygen	oxygène	oxígeno
Xenon	xenon	xénon	xenón
Helium	helium	hélium	helio
Neon	neon	néon	neón
Argon	argon	argon	argón
Druckluft	compressed air	air comprimé	aire comprimido
Mischgas	mixed gas	mélange gazeux	mezclas de gas
Schneidgas	cutting gas	gaz de coupe	gas de corte
Spülgas	purging gas	gaz de purge	gas de purga

Deutsch	English	Deutsch	English
Allgemein (alphabetisch)			
3-D Schneiden	3D cutting	90°-Winkelanschluss	90° angle fitting
Abstandssensorik	distance sensors	Auskopplung	outcoupling
Achse	linear drive	Ausschnitt	section

Deutsch	English	Deutsch	English
Anlagesteuerung	machine control	Auswerteelektronik	analysing electronic unit
Anschlussadapter	connection adapter	Automatikbetrieb	automatic mode
Arbeitsabstand (Zn)	nozzle standoff (Zn)		
Bereich	area	Blendengröße	aperture size
Blech	sheet metal	Brennweite	focal length
CO2-Laser	CO2 lasers		
Detektionsmittel	sample	Dünnblech	thin gauge metal sheet
Dichtring	sealing ring	Durchflussmenge	flow volume
Dickblech	thick gauge metal sheet	Durchmesser	diameter
Dioden-Laser	diode laser	Düsenabstand	nozzle standoff distance
Druckbelastbarkeit	pressure load	Düsenbohrung	nozzle opening
Druckgasanlage	pressure gas system	Düsenelektrode	nozzle electrode
Druckluft	pressurised gas	Düsenkühlung	nozzle cooling system
Druckmessanschluss	pressure measuring connection		
Edelstahl	stainless steel	Elektrodenkabel	electrode cable
Einbrand	burn mark	Erdungsanschluss	earth connection
Einstechsensorik	piercing sensor	Ersatzteil	replacement part
Einstellwerkzeug	setting tool		
Fadenkreuz	graticule	Filter	filter
fasergekoppelter Strahl	fibre-coupled beam	Fokusslage	focal position
Faser-Laser	fibre laser	Fokussierlinse	focusing lens
Fehler	error	Folie	protective film
fehlerhafte Schweißung	defective weld	fotoempfindliches Papier	photographic paper
Festkörper-Laser	solid-state laser		
Gas-Anschluss	gas connection	Gasstrom	gas stream
Gasdruck	gas pressure	Gefahrenklasse	risk class
Grat	burr		
Hilfswerkzeug	auxiliary tool	Horizontaljustierung	horizontal adjustment
Justierschraube	adjustment screw		
Keramikteil	ceramic part	Kollisionssignal	collision signal
Koax-Gaszuführung	coaxial gas supply	Kühlgas	cooling gas
Kollimator	collimator	Kühlplatte	cooling plate

Deutsch	English	Deutsch	English
Kollisionserkennung	collision detection	Kühlwasser	cooling water
Kollisionsschutz	collision protection	Kühlwasser-Anschluss	cooling water connection
Laserfaser	laser fibre	Laserstrahlage	laser beam position
Laserpuls	laser pulse	Laserstrahlleistung	laser beam power
Laser-Randstrahlung	laser radiation on the edges	Linien-Laser	line laser
Laser-Schutzbrillen	laser goggles	Linsendurchmesser	lens diameter
Laserstrahlachse	laser beam axis	Linienhalter	lens holder
Laserstrahldurchmesser	laser beam diameter	Linienposition	lens position
Laserstrahlengang	laser beam path		
Manometer	manometer	Medien-Zuleitungen	media supply lines
manueller Betrieb	manual mode	Messung	measurement
Massekabel	earth cable	Motorkabel	motor cable
Medien-Anschluss	media connection	Motorsteuerung	motor control
Nd:YAG-Laser	Nd:YAG laser	nicht kondensierend	not condensing
nicht betauend	no dew		
Ölgehalt	oil content	O-Ring	O-ring
optischen Achse	optical axis		
Pilot-Laser	pilot laser	Pulsdauer	pulse duration
Puls-Betrieb	pulse operation		
Referenzwert	reference value	Rücklauf	return pipe
Ringspaldüse	annular jet nozzle	Rückreflektion	back reflection
Roboterarm	robot arm	Rückreflex-Detektor	back reflection detector
Roboterbahn	robot path		
Schlechtteile	bad parts	Schweißnahtqualität	welding seam quality
Schneidgas	cutting gas	Schweißspritzer	welding spatters
Schneidgasanschluss	cutting gas connection	Schwingungsgefahr	risk of vibration
Schneidgasdruck	cutting gas pressure	Sensor-Anschluss	sensor connection
Schneidgaszuleitung	cutting gas supply line	Sensorbuchse	sensor socket
Schneidkopf	cutting head	Sensoreinsatz	sensor insert
Schutzfolie	protective film	Sensorkabel	sensor cable
Schutzgas	protective gas	Steckverbinder	plug-in connector
Schutzgaszufuhr	protective gas supply	Stelling	adjusting ring
Schutzglas	protective window	Stellschraube	adjusting screw

Deutsch	English	Deutsch	English
Schutzglas-Schubblade	protective window cartridge	Steuerkabel	control cable
Schutzglasverschmutzung	protective window contamination	Störung	malfunction
Schutzkappe	protective cap	Strahlachse	laser beam axis
Schutzklasse	protection class	Strahlengang	beam path
Schweißbad	welding pool	Strahlqualität	beam quality
Schweißfehler	welding error	Strahlquelle	beam source
Schweißkopf	welding head	Strahlumlenker	beam bender
Schweißnaht	welding seam		
Teach-In-Verfahren	teach-in process	Temperatursensor	temperature sensor
Teachspitze	teach tip	Toleranz	tolerance
Überdruck	overpressure	Umrüstung	conversion
Überwurfmutter	union nut	USV	UPS
Verlängerung	extension	Vertikaljustierung	vertical adjustment
Verschleißteil	wearing part	Verunreinigung	contamination
Verschmutzungsgrad	degree of contamination	Verzögerung (ms)	Delay (ms)
Verstellschraube	setting screw	Voreinstellung	default setting
Verstellweg	adjustment range		
Wartung	maintenance	Wasserkühlung	water cooling system
Wartungszyklus	maintenance intervals	Wellenlängenbereich	wave length range
Wasseranschlüsse	water connections	Werkstück	workpiece
Wasserdruck	water pressure	Werkzeug	tool
Wasserkühlkreis	water cooling circuit	Winkel	bracket
Z-Achse	linear Z drive	Zentriervorrichtung	centring mechanism
Zeit	time	Zubehör	accessories
Zentrierbereich	centring range	Zuleitung	feed line
Zentrierschraube	centring screw		





Weltweit für Sie erreichbar!

Bitte finden Sie die Kontaktdaten unserer
Tochtergesellschaften und Vertretungen unter:

www.precitec.com