

## **PowerLine E Air (ITX)**

*Reparaturhandbuch*



---

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>1-1</b>
1.1	Einleitende Hinweise .....	1-1
1.1.1	Darstellungsmittel .....	1-1
1.1.1.1	Aufbau der Sicherheitshinweise .....	1-1
1.1.1.2	Klassifizierung der Sicherheitshinweise .....	1-2
1.1.2	Gültigkeitsbereich des Reparaturhandbuchs .....	1-3
1.2	Mitgeltende Dokumente zum Reparaturhandbuch .....	1-4
1.3	Kontaktadresse .....	1-4
<b>2</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>2-1</b>
2.1	Qualifikation des Instandsetzungspersonals .....	2-2
2.2	Bestimmungsgemäßer Betrieb .....	2-3
2.3	Betrieb des Lasers .....	2-3
2.4	Allgemeine Sicherheitshinweise .....	2-4
2.5	Sicherheitshinweise zum Lasersystem .....	2-6
2.6	Sicherheitshinweise zu Wartungs- und Einstellarbeiten .....	2-8
2.7	Elektrotechnische Sicherheitshinweise .....	2-10
2.8	Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EGB) .....	2-11
2.9	Not-Halt und Sicherheitseinrichtungen .....	2-12
2.9.1	Not-Halt-Einrichtungen .....	2-12
2.9.2	Sicherheitseinrichtungen .....	2-13
2.10	Sonstige Gefahren .....	2-13
2.10.1	UV-Strahlung (sekundär) .....	2-13
2.10.2	Gesundheitsschädliche Stoffe .....	2-13
2.11	Persönliche Schutzmaßnahmen .....	2-14
2.12	Organisatorische Schutzmaßnahmen .....	2-15
2.13	Entsorgungshinweise .....	2-15
2.14	Beschichterung .....	2-16
<b>3</b>	<b>Demontage und Montage von Komponenten</b>	<b>3-1</b>
3.1	Laserkopf .....	3-3
3.1.1	Komponenten des Laserkopfes .....	3-3
3.1.2	Abdeckungen allgemein .....	3-4
3.1.3	Galvokopf .....	3-6
3.1.4	Externer Modulator .....	3-8
3.1.5	Umlenkeinheit .....	3-11
3.1.6	Shutter .....	3-15
3.1.7	Resonatormodul .....	3-21
3.1.8	Strahlaufweitung .....	3-26
3.1.9	Kollimierlinse .....	3-28
3.1.10	Positionierlaser .....	3-29
3.1.11	Einkoppelspiegel Positionierlasergehäuse .....	3-33

---

3.1.12	Strahlabsorber / Leistungsmesskopf . . . . .	3-34
3.1.13	Strahlabsorber externer Modulator . . . . .	3-35
3.1.14	Lüfter Laserkopf . . . . .	3-36
3.2	Versorgungseinschub . . . . .	3-38
3.2.1	Komponenten des Versorgungseinschubes . . . . .	3-38
3.2.2	Abdeckungen allgemein . . . . .	3-39
3.2.3	Pumpmodul . . . . .	3-40
3.2.4	Dioden . . . . .	3-43
3.2.5	Glasfaserleitungen . . . . .	3-50
3.2.6	HF-Generatoren . . . . .	3-57
3.2.7	ALI-USB . . . . .	3-59
3.2.8	SSC . . . . .	3-61
3.2.9	LSC . . . . .	3-62
3.2.10	ITX-Board . . . . .	3-63
3.2.11	Netzteil HPC 848/845 . . . . .	3-66
3.2.12	Netzteile -G1 und -G2 . . . . .	3-67
3.2.13	Netzteile -G3 und -G4 . . . . .	3-71
3.2.14	Lüfter Versorgungseinschub . . . . .	3-74
3.2.15	Drehzahlregler Lüfter Versorgungseinschub . . . . .	3-76
3.2.16	Lüfter Pumpmodul . . . . .	3-77
3.2.17	Temperatursensor -R1 . . . . .	3-78
3.2.18	Bedienfeld Versorgungseinschub . . . . .	3-79
3.2.19	DC/DC Wandler für ITX . . . . .	3-79
3.2.20	Peltiercontroller / Verteiler externer AOM . . . . .	3-80
3.2.21	ESD-Relais -A9 . . . . .	3-81
<b>4</b>	<b>Fehlersuche und Fehlerbehebung . . . . .</b>	<b>4-1</b>
4.1	Grundsätzlicher Ablauf der Fehlersuche PL-E AIR ITX . . . . .	4-1
4.1.1	Lasersysteme in Basisausstattung (mit und ohne Positionierlaser) . . . . .	4-1
4.1.2	Lasersysteme mit Externem Modulator . . . . .	4-3
4.2	Abbildungsfehler . . . . .	4-5
4.3	Beschriftungsfehler . . . . .	4-11
4.4	Fokussierfehler . . . . .	4-12
4.5	Not-Halt-Kreis . . . . .	4-13
4.6	Messen der Laserleistung . . . . .	4-16
4.6.1	Messpunkte . . . . .	4-18
4.6.2	Grundsätzlicher Ablauf der Leistungsmessung . . . . .	4-22
4.6.3	Leistungsmessung im Arbeitspunkt . . . . .	4-23
4.6.3.1	Durchführen der Messung . . . . .	4-23
4.6.3.2	Auswerten der Messung . . . . .	4-24
4.6.4	Leistungsmessung am Galvoflansch . . . . .	4-25
4.6.4.1	Durchführen der Messung . . . . .	4-25
4.6.4.2	Auswerten der Messung . . . . .	4-26
4.6.5	Leistungsmessung nach dem Externen Modulator . . . . .	4-27
4.6.5.1	Durchführen der Messung . . . . .	4-27
4.6.5.2	Auswerten der Messung . . . . .	4-28
4.6.6	Leistungsmessung nach dem Positionierlasermodul . . . . .	4-28
4.6.6.1	Durchführen der Messung . . . . .	4-28
4.6.6.2	Auswerten der Messung . . . . .	4-29
4.6.7	Leistungsmessung am Ausgang der Umlenkeinheit . . . . .	4-30
4.6.7.1	Durchführen der Messung . . . . .	4-30
4.6.7.2	Auswerten der Messung . . . . .	4-30

---

4.6.8	Leistungsmessung am Ausgang des Resonatormoduls .....	4-31
4.6.8.1	Durchführen der Messung .....	4-31
4.6.8.2	Auswerten der Messung .....	4-32
4.6.9	Messen der Diodenleistung .....	4-33
4.6.9.1	Durchführen der Messung .....	4-33
4.6.9.2	Auswerten der Messung .....	4-34
4.7	Diodenspannung messen .....	4-35
4.7.1	Durchführen der Messung .....	4-35
4.7.2	Auswerten der Messung .....	4-36
4.8	Diodenstrom messen .....	4-37
4.8.1	Durchführen der Messung .....	4-37
4.8.2	Auswerten der Messung .....	4-37
4.9	Temperaturmessung Dioden .....	4-38
4.9.1	Durchführen der Messung .....	4-38
4.9.2	Auswerten der Messung .....	4-38
4.10	Temperaturmessung Kühlblock .....	4-39
4.10.1	Durchführen der Messung .....	4-39
4.10.2	Auswerten der Messung .....	4-39
4.11	HF-Leistung messen .....	4-40
4.11.1	Durchführen der Messung .....	4-40
4.11.2	Auswerten der Messung .....	4-41
4.12	Restpegel messen .....	4-42
4.12.1	Durchführen der Messung .....	4-42
4.12.2	Auswerten der Messung .....	4-42
4.13	Strahl-Ein-Signal messen .....	4-43
4.13.1	Durchführen der Messung .....	4-43
4.13.2	Auswerten der Messung .....	4-43
4.14	Regelstrom der Peltier-Elemente testen .....	4-44
4.15	Temperatur-Offset in der LaserConsole einstellen .....	4-47
4.16	Neue ALI-USB-Konfiguration laden .....	4-51
4.16.1	Erstes Starten der RCU (SW) .....	4-51
4.16.2	Treiber für ALI-USB und LSC installieren .....	4-51
4.17	ALI-USB-Systemeinstellungen kontrollieren .....	4-52
<b>5</b>	<b>Überprüfung und Reinigung optischer Komponenten .....</b>	<b>5-1</b>
5.1	Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Reinigung .....	5-2
5.2	Reinigung von Linsen und Spiegeln .....	5-3
5.3	Reinigung von Schutzgläsern .....	5-7
5.4	Reinigung von Glasfaserleitungen .....	5-9
5.5	Resonatormodul .....	5-9
<b>6</b>	<b>Justagearbeiten .....</b>	<b>6-1</b>
6.1	Durchzuführende Justageschritte .....	6-2
6.1.1	Lasersysteme in Basisausstattung .....	6-2
6.1.2	Lasersysteme mit Positionierlaser .....	6-3
6.1.3	Lasersysteme mit Externem Modulator .....	6-4

---

6.2	Vorbereitende Arbeiten .....	6-5
6.2.1	LaserConsole .....	6-5
6.2.2	PC-Konfiguration .....	6-6
6.2.3	WinCam-Software .....	6-6
6.3	Laserkopf justieren .....	6-11
6.4	Fokusabstand einstellen .....	6-12
6.4.1	Mechanische Grundeinstellung .....	6-12
6.4.2	Manuelle Fokuseinstellung .....	6-13
6.5	Laserstrahl justieren .....	6-16
6.5.1	Justagepunkte .....	6-16
6.5.2	Hauptlaser .....	6-20
6.5.2.1	Basisjustage .....	6-20
6.5.2.2	Erweiterte Justage mit WinCam .....	6-32
6.5.3	Positionierlaser .....	6-43
6.5.4	Externer Modulator .....	6-45
6.6	HF-Generator .....	6-50
6.6.1	Betriebsspannung HG 29-40 .....	6-50
6.6.2	Betriebsspannung HG 29-80 .....	6-51
6.6.3	HF-Leistung HG 29-40 .....	6-52
6.6.4	HF-Leistung HG 29-80 .....	6-55
6.7	Feldkorrektur durchführen .....	6-56
<b>7</b>	<b>Einstellung des integrierten PCs .....</b>	<b>7-1</b>
7.1	Leistung linearisieren .....	7-1
7.2	VLM – Show Powercurves .....	7-4
7.3	All in one-Test .....	7-5
7.4	Drifttest .....	7-5
7.5	Continoustest .....	7-6
7.6	Feldentzerrung .....	7-7
7.7	Automatic Self Calibration (ASC) .....	7-8

# 1 Allgemeines

## 1.1 Einleitende Hinweise

### 1.1.1 Darstellungsmittel

Die Sicherheitshinweise in diesem Reparaturhandbuch dienen zur Vermeidung von Personen- und Sachschäden.



#### **GEFAHR**

##### ***Mögliche Gefährdungen beim Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen!***

*Werden Sicherheitshinweise in dieser Betriebsanleitung nicht beachtet, können gefährliche Situationen für Personen entstehen.*

- Dieser Text muss von allen Personen gelesen, verstanden und in jeder Hinsicht beachtet werden, die an der Anlage oder Teilen der Anlage arbeiten.*
  - Die Dokumentation muss stets in der Nähe der Anlage aufbewahrt werden und jederzeit verfügbar sein.*
- 

### 1.1.1.1 Aufbau der Sicherheitshinweise

Folgender Aufbau gilt für Sicherheitshinweise der Klassen „Gefahr“, „Warnung“ und „Vorsicht“:

- Symbol
- Gefahrenstufe
- Art und Quelle der Gefahr
- Mögliche Folgen
- Maßnahmen zur Abwendung der Gefahr

#### 1.1.1.2 Klassifizierung der Sicherheitshinweise

Symbol	Gefahrenstufe	Erläuterung
	<b>GEFAHR</b>	Warnung vor unmittelbar drohender Gefahr, in deren Folge Tod oder schwere gesundheitliche Schäden eintreten, falls der betreffende Gefahrenhinweis nicht oder nicht ausreichend beachtet wird.
	<b>WARNUNG</b>	Warnung vor einer möglicherweise eintretenden gefährlichen Situation, deren Folge Tod oder schwere Verletzungen sein können.
	<b>VORSICHT</b>	Warnung vor einer möglicherweise eintretenden gefährlichen Situation, deren Folge leichte KörpERVERLETZUNGEN oder Sachschäden sein können.
	<b>HINWEIS</b>	Kennzeichnet zusätzliche Informationen und Tipps.

## 1.1.2 Gültigkeitsbereich des Reparaturhandbuchs



### HINWEIS

*Dieses Reparaturhandbuch ist ausschließlich für von ROFIN-SINAR für Laser der PowerLine E Air (ITX)-Serie geschultes und autorisiertes Instandsetzungspersonal bestimmt.*

*Dieses Reparaturhandbuch hat Gültigkeit für Laser der ROFIN-SINAR PowerLine E Air (ITX)-Serie.*

---

Dieses Reparaturhandbuch muss vom zuständigen Instandsetzungspersonal gelesen, verstanden und beachtet werden. Die ROFIN-SINAR Laser GmbH weist darauf hin, dass für Schäden und Betriebsstörungen, die sich aus der Nichtbeachtung des Reparaturhandbuchs ergeben, keine Haftung übernommen wird. Das Urheberrecht an diesem Reparaturhandbuch verbleibt bei ROFIN-SINAR. Es ist nur dem Besitzer des Lasers zum persönlichen Gebrauch anvertraut.

Das Reparaturhandbuch enthält Vorschriften technischer Art und Zeichnungen, die weder vollständig noch teilweise vervielfältigt, verbreitet oder zu Zwecken des Wettbewerbes unbefugt verwertet oder an andere weitergegeben werden dürfen.



### HINWEIS

*Gegenüber Darstellungen und Angaben in diesem Reparaturhandbuch sind technische Änderungen, die zur Verbesserung der Laseranlage notwendig werden, vorbehalten.*

---

Bei diesem Dokument handelt es sich um das Originalhandbuch in deutscher Sprache.

Alle nicht deutschen Sprachausgaben dieses Dokuments sind Übersetzungen des Originalhandbuchs.

## 1.2 Mitgeltende Dokumente zum Reparaturhandbuch



### HINWEIS

Zusätzlich zum vorliegenden Reparaturhandbuch müssen folgende Dokumente bei der Durchführung von Reparaturarbeiten ebenfalls beachtet werden.

Handbücher
Reparaturanweisungen für Coherent-Rofin Beschriftungslaser
Dokumentations CD/DVD des Lasersystems
Benutzerhandbuch Programm „Laserkonsole“
Zusatzhandbuch zur Laseranlage „Externe Leistungsmessung“
Montage- und Betriebsanleitung „PowerLine E Air (ITX)“
Montageanleitung Externe Leistungsmessung
VLM Handbuch

Schaltpläne
Schaltplan Einschub 19"
Schaltplan Pumpmodule



### HINWEIS

Der gültige Schaltplan richtet sich nach der Equipmentnummer (Seriennummer-Aufkleber am Gerät). Die gültige Schaltplannummer ist im Zweifelsfall bei der Service-Hotline zu erfragen.

## 1.3 Kontaktadresse

Bei Fragen zum Inhalt dieses Reparaturhandbuchs oder zur Laseranlage ist sich zu wenden an:

ROFIN-SINAR Laser GmbH  
Dieselstr. 15  
85232 Bergkirchen/Günding

Deutschland

Telefon: +49-(0) 8131/704-0  
Telefax: +49-(0) 8131/704-100  
E-Mail: info-marking@rofin.de

---

---

**Notizen**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Notizen**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2 Sicherheit



### **WARNUNG**

#### **Mögliche Gefährdungen bei Einsatz von unzureichend qualifiziertem Personal!**

Bei unsachgemäßer Bedienung und/oder Wartung der Maschine/Anlage können Personen, Sachwerte und/oder die Umwelt gefährdet werden!

- Die Laseranlage darf nur von Personen aufgestellt, bedient, gewartet oder repariert werden, die eingewiesen wurden und über die potentiellen Gefahren beim Betrieb eines Lasers informiert sind. Dazu gehört auch das Lesen dieses Reparaturhandbuches und besonders dieses Kapitels.

---

Bei Fragen zu diesem Kapitel oder generell zur Sicherheit der Laseranlage ist sich an die ROFIN-SINAR Laser GmbH oder den Systemhersteller zu wenden.



### **WARNUNG**

#### **Mögliche Gefährdungen durch Nichtbeachten der Herstellerdokumente!**

Durch Nichtbeachten der Herstellerdokumente können gefährliche Situationen entstehen.

- Die Sicherheitshinweise in den weiteren Dokumenten zur Laseranlage (Bedienerhandbuch, Wartungshandbuch, enthalten auf der Dokumentations-CD/-DVD des Systems) sowie die Unterlagen von Peripheriekomponenten sind ebenfalls zu beachten!
- Diese Dokumente bleiben uneingeschränkt gültig!

## 2.1 Qualifikation des Instandsetzungspersonals



### WARNUNG

#### **Mögliche Gefährdungen bei Einsatz von unzureichend qualifiziertem Personal!**

Bei unsachgemäßer Bedienung und/oder Wartung der Maschine/Anlage können Personen, Sachwerte und/oder die Umwelt gefährdet werden!

- Die in diesem Reparaturhandbuch beschriebenen Tätigkeiten dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die von ROFIN-SINAR für den Laser PowerLine E Air (ITX) geschult und autorisiert wurden.
- 



### WARNUNG

#### **Gefährdungen an elektrischen Einrichtungen!**

Stromschlag beim Berühren spannungsführender Teile!

- Arbeiten an der Elektroanlage dürfen nur von Elektrofachkräften unter Beachtung der bestehenden Sicherheitsvorschriften ausgeführt werden.
- 

Das Instandsetzungspersonal muss weiterhin folgender Voraussetzungen erfüllen:

- Sicherer Umgang mit den aufgeführten Messgeräten (Spannungs-, Strom- und Widerstandsmessung; Oszilloskop).
- Sicherer Umgang mit der aufgeführten PC-Technik.
- Kenntnisse über Gefahren, die von Laseranlagen ausgehen können.



### WARNUNG

#### **Gefährdungen für Personen und/oder Sachwerte!**

Durch Nichtbeachten dieser Hinweise können Fehlfunktionen des Lasersystems auftreten, die Gefahren für Menschen und Sachwerte hervorrufen können.

- Sämtliche Sicherheitshinweise müssen beachtet werden!
-

## 2.2 Bestimmungsgemäßer Betrieb

Dieses Lasersystem ist für das Beschriften von Werkstücken ausgelegt. Darüber hinausgehende Anwendungen gelten als nicht bestimmungsgemäßer Betrieb und für daraus resultierende Schäden haftet der Laserhersteller nicht. Das Risiko trägt in dem Falle der Benutzer.

Eigenmächtige Veränderungen an der Maschine schließen eine Haftung des Laserherstellers für daraus resultierende Schäden aus.



### **WARNUNG**

***Mögliche Gefährdungen durch Nichtbeachten der Herstellerdokumente!***

*Betriebsanleitung des Lasersystems beachten!*

- *Weitere Sicherheitshinweise zum bestimmungsgemäßen Betrieb sind der Betriebsanleitung des Lasersystems zu entnehmen!*
- 

## 2.3 Betrieb des Lasers



### **WARNUNG**

***Mögliche Gefährdungen durch Nichtbeachten der Herstellerdokumente!***

*Betriebsanleitung des Lasersystems beachten!*

- *Sicherheitshinweise zum Betrieb des Lasersystems sind der Betriebsanleitung des Lasersystems zu entnehmen!*
-

## 2.4

## Allgemeine Sicherheitshinweise

- Vom Betreiber ist darauf zu achten, dass keine unbefugten Personen an der Laseranlage arbeiten oder sich in deren Umfeld aufhalten.
- Die Laseranlage darf nur von qualifiziertem Personal betrieben und repariert werden. Für Auswahl und Einweisung der Personen ist der Betreiber verantwortlich. Das Personal ist jährlich über die laserspezifischen Gefahren zu unterweisen. Diese Unterweisung ist zu dokumentieren.
- Die Laseranlage darf nur in fehlerfreiem Zustand betrieben werden. Sicherheitseinrichtungen dürfen weder demontiert noch außer Betrieb gesetzt werden, auch nicht auf Anweisung. Maschineneigene Sicherheitstechnik ist in regelmäßigen Zeitabständen auf Funktion und Wirksamkeit zu überprüfen.
- Bei Veränderungen an der Laseranlage, welche die Sicherheit beeinträchtigen, ist die Laseranlage auszuschalten. Vor weiterer Inbetriebnahme sind die Fehler zu beheben.
- Wegen möglicher Verletzungsgefahr sind Übersichtlichkeit und Sauberkeit um die Laseranlage zu gewährleisten.
- Das Personal ist zum Tragen der vorgeschriebenen persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) verpflichtet. Z. B. Schutzbrille mit entsprechender Schutzstufe und Abstimmung auf die Wellenlänge des Lasers. Hierbei sind nationale Vorschriften in der jeweils aktuellen Version zu beachten.
- Jede Arbeitsweise, welche die Sicherheit der Laseranlage oder die von Personen beeinträchtigt, ist zu unterlassen. Nichtbestimmungsgemäßer Gebrauch der Laseranlage ist auszuschließen.
- Das Bedienen der Anlage unter Einwirkung von Drogen, Alkohol oder solchen Medikamenten, welche die Wahrnehmungs- bzw. Reaktionsfähigkeit beeinflussen, ist verboten!
- Die Anlage muss im eingeschalteten Zustand vom Bedienpersonal überwacht werden. Es ist jede Arbeitsweise zu unterlassen, welche die Sicherheit beeinträchtigt.
- Der Bediener ist verpflichtet, die Anlage mindestens einmal pro Schicht auf äußerliche erkennbare Schäden und Mängel zu prüfen. Eingetretene Veränderungen, welche die Sicherheit beeinträchtigten, sind sofort zu beseitigen.
- Während des Betriebes darf keinesfalls von Hand oder mit Hilfsmitteln in den Arbeitsbereich der Laseranlage eingegriffen werden, Schutzeinrichtungen dürfen nicht umgangen werden. Es besteht Verletzungsgefahr!
- Die Bedienung der Laseranlage ist nur an den dafür vorgesehenen Bedienelementen zulässig. Dabei ist die Verwendung von Hilfsmitteln (Schraubendreher o. ä.) verboten.
- Einstellarbeiten dürfen nur während des Einrichtbetriebes erfolgen. Das Personal muss besondere Vorsicht walten lassen. Diese Einstellarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal an den vorgesehenen Bedienelementen auszuführen.
- Treten beim Betrieb der Laseranlage unerwartete Gefahren auf, ist der Betrieb auszusetzen, bis die Gefährdungen beseitigt wurden.
- Die Zuständigkeiten für die unterschiedlichen Tätigkeiten im Rahmen des Betreibens der Anlage sind klar festzulegen. Dies gilt insbesondere für Arbeiten an elektrischen Ausrüstungen sowie an strahlführenden Bauteilen.
- Elektrisch nicht abgesicherte und nur mit Werkzeug zu öffnende bzw. zu entfernende Türen oder Abdeckungen dürfen nur bei ausgeschaltetem Hauptschalter geöffnet oder entfernt werden.
- Vor Inbetriebnahme der Laseranlage sind sämtliche Werkzeuge und Hilfsmittel aus dem Arbeitsbereich zu entfernen, damit eine Gefährdung von Personen und Sachwerten ausgeschlossen ist.
- Bei Außerbetriebnahme der Laseranlage ist der Hauptschalter auszuschalten und zu sichern.

## Sicherheit

### Allgemeine Sicherheitshinweise

---

- Bei unvorhergesehenen Gefahrensituationen ist die Laseranlage durch den Not-Halt-Taster sofort stillzusetzen.
- Not-Halt-Einrichtungen dürfen nicht als Ausschalter für den Normalfall verwendet werden.
- Nach Not-Halt-Betätigung oder nach einer schwerwiegenden Störung sind Sicherheitschecks erforderlich.
- Arbeiten im Elektroschalschrank, im Bedienpult und an der Elektroanlage dürfen nur von qualifiziertem Personal ausgeführt werden. Steuer- und Schaltschränke sind immer geschlossen zu halten.
- Die Nass- und Druckluftreinigung der Laseranlage ist untersagt ausschließlich unter folgenden Bedingungen zulässig:
  - Feuchte Außenreinigung mit milder Seifenlauge/mildem Reinigungsmittel.
  - Druckluft aus der Dose (wasser- und ölfrei), Stickstoff (1 - 2 bar).



## GEFAHR

---

### Gefährdungen durch Stickstoff!

*Mögliche Erstickungsgefahr bei zu hoher Stickstoffkonzentration in der Umgebungsluft!*

*– Die zulässigen Grenzwerte dürfen keinesfalls überschritten werden!*

---

- Versorgungsleitungen zur Laseranlage sind in Kabelaufnahmen zu verlegen, damit eine Stolpergefahr ausgeschlossen wird.
- Bei Arbeiten an zugekauften Funktionsteilen sind die technischen Unterlagen der Hersteller zu beachten.
- Alle an der Laseranlage angebrachten Sicherheits- und Warnhinweise dürfen nicht entfernt werden und müssen stets im leserlichen Zustand sein. Beschädigte bzw. unleserliche Sicherheitszeichen sind umgehend auszutauschen.

## 2.5 Sicherheitshinweise zum Lasersystem



### GEFAHR

#### Laserstrahlung!

Die Laserstrahlung kann dauerhafte Augenschäden und Hautverbrennungen verursachen! Auch diffus reflektierte Strahlung kann gefährlich sein. Die Laserstrahlung kann Brand- oder Explosionsgefahr verursachen.

- Bei Installation, Betrieb, Wartung oder Service darf sich nie direkter oder reflektierter Strahlung ausgesetzt werden.
- Niemals direkt oder mit optischem Gerät in den Laserstrahl blicken.
- Die organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen sind zu beachten!



### WARNUNG

#### Laserstrahlung!

Ein Laser ohne besondere Schutzeinrichtung entspricht der Schutzklasse 4. Bei einer Wellenlänge von 1064 nm (IR) ist die Laserstrahlung unsichtbar. Bei aktiviertem Positionierlaser (Wellenlänge 675 nm, roter Laserstrahl, Schutzklasse 2) ist der Laserstrahl sichtbar.

- Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen!



#### Laser Klasse 1

Laser, die unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen sicher sind; dabei ist der Gebrauch optischer Instrumente für die direkte Beobachtung des Strahls eingeschlossen.

Die zugängliche Laserstrahlung wird als ungefährlich eingestuft.



#### Laser Klasse 2

Laser, die sichtbare Strahlung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm aussenden; dabei wird der Schutz des Auges üblicherweise durch Abwehrreaktionen einschließlich des Lidschlussreflexes (bis 0,25 s) bewirkt.

Es ist zu erwarten, dass diese Reaktion unter vernünftigerweise vorhersehbaren Betriebsbedingungen angemessenen Schutz bietet.



#### Laser Klasse 4

Laser, die auch gefährliche diffuse Reflexionen erzeugen können. Sie können Verletzungen der Haut verursachen und zu Brandgefahren führen. Ihre Anwendung erfordert äußerste Vorsicht.

Eine „unsichtbare Laserstrahlung“ liegt vor, wenn die ausgesandte Strahlung außerhalb der sichtbaren Strahlung (Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 700 nm) liegt.

Diese Bereiche sind mit dem entsprechenden Warnzeichen und dem Zusatz: „UNSICHTBARE LASERSTRÄHLUNG – Bestrahlung von Auge und Haut durch direkte oder durch Streustrahlung vermeiden – LASER KLASSE 4“ zu kennzeichnen.

**GEFAHR****Gefährdungen durch den Strahlaustritt!**

Der Laserstrahl tritt je nach Aufbau des Beschriftungssystems an der Optik des Beschriftungskopfes aus, wobei die Optiken der Strahlführungen in jede beliebige Richtung gerichtet werden können (360°).

Wenn kein Galvokopf angebaut ist, tritt der Laserstrahl frontal aus dem Laserkopf aus.

- Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen!
- 

**GEFAHR****Fehlende Sicherheitseinrichtungen!**

Bei entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!

- Sicherheitseinrichtungen dürfen weder überbrückt, noch anderweitig umgangen und/oder außer Betrieb gesetzt werden!
  - Muss die Laseranlage zu Test-/Messzwecken mit entfernten Sicherheitseinrichtungen eingeschaltet werden, sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
  - Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
  - Die Normen DIN EN 207 „Filter und Augenschutzgeräte gegen Laserstrahlung“, DIN EN 60825-1 „Sicherheit von Lasereinrichtungen“ und DIN EN 60825-4 „Sicherheit von Laserschutzwänden“ bzw. nationale Vorschriften (z. B. ANSI Z136.1 „Safe Use of Lasers“) sind zu beachten.
- 

- Zum Betrieb einer Laseranlage sind die jeweils gültigen nationalen Vorschriften zu beachten.
- 

**HINWEIS**

Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung sind in jedem Fall mit dem Laserschutzbeauftragten des Betreibers abzustimmen!

---

- Bei vollständig montierter Schutzhäusung (z. B. Arbeitsstation) besitzt die Maschine Laserschutzklasse 1. Dies bedeutet, dass keine gefährliche Strahlung aus der Schutzverkleidung austreten kann und somit keine Gefahr für den Bediener oder anderes Personal in der Umgebung besteht.

**GEFAHR****Gefährdungen bei entfernten Sicherheitseinrichtungen!**

Wenn Service an der Maschine ausgeführt wird und die Schutzverkleidungen demontiert wurden, besitzt die Maschine Laserschutzklasse 4.

- In diesem Zustand sind alle entsprechenden Laserschutzmaßnahmen zu beachten.
- 

**GEFAHR****Laserstrahlung!**

Die Laserstrahlung kann dauerhafte Augenschäden verursachen! Auch diffus reflektierte Strahlung kann gefährlich sein.

- Laserschutzbrillen benutzen!
  - Verwendete Schutzbrillen müssen auf die Wellenlänge des Lasers abgestimmt sein und die entsprechende Schutzstufe besitzen.
-

- Um aufgrund eventueller Fehlfunktion versehentlich austretender Laserstrahlung entgegenzuwirken, wird auf die ordnungsgemäße Verwendung des sicherheitsrelevanten Strahlverschlusses (nachfolgend 'Shutter' genannt) hingewiesen.

#### Strahlengang



#### HINWEIS

*Der Strahlengang des jeweiligen Lasersystems ist in dessen Betriebsanleitung erläutert.*

---

## 2.6 Sicherheitshinweise zu Wartungs- und Einstellarbeiten



#### WARNUNG

##### **Unfallgefahr!**

Gefährdungen beim Einschalten der Laseranlage während der Ausführung von Wartungs-, Reparatur-, Einstell- und Kontrollarbeiten.

- Laseranlage stillsetzen und gegen Inbetriebnahme sichern.
  - Einschalten der Laseranlage verhindern!
  - An der Laseranlage ist das Warnschild „Anlage außer Betrieb - Einschalten verboten!“ aufzuhängen.
- 



#### GEFAHR

##### **Fehlende Sicherheitseinrichtungen!**

Bei entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!

- Betriebsverbot der Anlage mit teilweise oder vollständig demontierten Schutzeinrichtungen!
  - Zur Einhaltung der Laserschutzklasse 1 ist der Betrieb der Anlage mit teilweise oder vollständig demontierten Schutzeinrichtungen gegen den Austritt von Laserstrahlung grundsätzlich verboten.
- 

- Nach erfolgter Elektromontage oder Instandsetzung sind die vorhandenen Schutzvorrichtungen auf ihre Funktion zu prüfen und die Schutzmaßnahmen durch eine Elektrofachkraft zu testen.
- Elektrisch nicht abgesicherte und nur mit Werkzeug zu öffnende bzw. zu entfernende Türen oder Abdeckungen dürfen nur bei ausgeschaltetem Hauptschalter geöffnet oder entfernt werden.
- Arbeiten im Elektroschalschrank, im Bedienpult und an der Elektroanlage der Maschine dürfen nur von qualifiziertem Personal ausgeführt werden. Steuer- und Schaltschränke sind immer geschlossen zu halten.
- Werden bei Reparaturarbeiten Sicherheitseinrichtungen entfernt, darf die Maschine erst wieder in Betrieb gesetzt werden, wenn alle Sicherheitseinrichtungen angebracht und auf Funktion geprüft wurden.
- Bei Wartungsarbeiten ist darauf zu achten, dass elektrische Leitungen und Leitungen für Medien nicht beschädigt oder gequetscht werden.  
Bei diesen Arbeiten ist der Hauptschalter auszuschalten und gegen Wiedereinschalten zu sichern.

**GEFAHR**

---

**Laserstrahlung!**

Gefährdungen durch Laserstrahlung bei Arbeiten an strahlführenden Einheiten!

- Werden zu Arbeiten an strahlführenden Einheiten Teile der Schutzmumhausung demontiert, ist der Betrieb benachbarter Anlagen auszusetzen.
  - Befugte Personen, die sich während dieser Arbeiten im Bereich der Laseranlage aufhalten, müssen Laserschutzbrillen nach DIN 207 benutzen.
  - Der Arbeitsbereich ist zu kennzeichnen (Laser Klasse 4) ([siehe Punkt 2.5, Seite 2-6](#)).
  - Zusätzlich sind Maßnahmen zum Hautschutz zu ergreifen (Strahlung im UV-A-Bereich).
- 

**VORSICHT**

---

**Verschmutzungs- und Beschädigungsgefahr!**

Mögliche Fehlfunktionen durch verschmutzte/beschädigte Komponenten.

- Die mechanische Bearbeitung von Teilen der Laseranlage (Schleifen, Bohren, Trennen usw.) muss grundsätzlich außerhalb des Arbeitsbereiches erfolgen!
  - Das Bearbeiten tragender Baugruppen ist grundsätzlich verboten!
- 

Wenn die Anlage erprobt wird und dafür aus technischen Gründen (z. B. um Einstellungen vorzunehmen) Schutzeinrichtungen abgenommen werden müssen, sind Ersatzmaßnahmen für den Schutz des Wartungspersonals vorzusehen:

- Andere Schutzmaßnahmen festlegen und dokumentieren.
- Diese Schutzmaßnahmen überwachen.
- Nur fachkundiges und unterwiesenes Personal mit diesen Tätigkeiten beauftragen.
- Gefahrenbereiche entsprechend kennzeichnen,
- Unbefugtes Personal am Betreten der Gefahrenbereiche hindern. Im Gefahrenbereich darf sich nur das unbedingt erforderliche Personal aufhalten.
- Besondere Fluchtwege bei Gefahrensituationen vorsehen.
- Die erforderlichen Sicherheits-, Warn- und Messeinrichtungen müssen betriebsbereit und funktionsfähig sein.
- Soweit möglich, Anlagenfunktionen und eventuelle Maschinenbewegungen nur mit stark reduzierter Geschwindigkeit ausführen.
- Anlage im Gefahrenfall über Not-Halt stillsetzen.
- Ggf. Mittel zur Brandbekämpfung bereitstellen.

## 2.7

## Elektrotechnische Sicherheitshinweise

- Verkabelung, Elektroanschluss, Inbetriebnahme, Wartung und Reparatur dürfen nur von qualifizierten Elektrofachkräften ausgeführt werden.
- Es dürfen keinesfalls Arbeiten an unter Spannung stehenden Bauteilen ausgeführt werden. Die Anlage oder Teile davon sind elektrisch freizuschalten und gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten zu sichern.
- Bei Arbeiten an der Elektroanlage Hauptschalter ausschalten und sichern.



### GEFAHR

#### Gefährliche elektrische Spannung!

**Die mit Blitzpfeilschildern im Schaltschrank gekennzeichneten Geräte (Hauptschalter, Reparatursteckdose, Netzanschlussklemmen) bleiben auch nach Ausschalten des Hauptschalters spannungsführend.**

Stromschlag beim Berühren spannungsführender Teile!

- Der Schaltschrank darf nur von Elektrofachpersonal zu Reparaturzwecken geöffnet werden.
- Elektrische Einrichtungen vor Reparatur- und Wartungsarbeiten freischalten und gegen Wiedereinschalten sichern.



### WARNUNG

#### Gefahr durch Fremdspannung!

Mit der Laseranlage verbundene Zusatzeinrichtungen können eine eigene Netzzuleitung haben und daher noch Spannung führen, wenn der Hauptschalter der Anlage ausgeschaltet ist.

- Zusatzeinrichtungen sind ebenfalls abzuschalten und gegen Wiedereinschalten zu sichern.
- Die Steuer- und Hauptstromleitungen sind voneinander getrennt zu verlegen.  
Nichtbeachten kann bewirken:
  - Versagen der Maschinenfunktion
  - Gefahrbringende Fehlfunktionen
  - Zerstörung elektrischer und mechanischer Bauteile
- Elektrische Ausrüstungen sind regelmäßig zu überprüfen. Lose Verbindungen sind wieder zu befestigen. Beschädigte Leitungen oder Kabel sind sofort auszutauschen.
- Der Schaltschrank und alle elektrischen Versorgungseinheiten sind immer verschlossen zu halten. Der Zugang ist nur befugten Personen mit Schlüssel oder Spezialwerkzeug erlaubt.
- Platinen oder Steckverbindungen dürfen nur im ausgeschalteten Zustand gezogen werden. Platinen oder Steckverbindungen nicht vertauschen. Die Beschriftung oder Codierung ist zu beachten.
- Bei Messungen an spannungsführenden Baugruppen oder Leitungen muss immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Hauptschalter ausschalten kann.
- Beim Arbeiten mit geerdeten Messgeräten (Oszilloskop) ist darauf zu achten, dass die Erdungsbuchse des Messgerätes immer mit dem Erdungspunkt der Steuerung verbunden ist (Messkabel). Je nach Erfordernis sind Isolierverstärker für einwandfreie Messungen zu verwenden.



## GEFAHR

---

### Gefährliche elektrische Spannung!

Stromschlaggefahr!

- Elektrische Einrichtungen niemals mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten reinigen.
- 

## 2.8

## Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EGB)



## VORSICHT

---

### Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EGB)!

Bei den Diodenmodulen handelt es sich um elektrostatisch gefährdete Bauelemente (ESD)! Elektrostatisch gefährdete Bauelemente können bei falscher Handhabung beschädigt werden.

- Bei Arbeiten an und mit den Dioden sind Schutzmaßnahmen zu ergreifen!
- 

#### Durchzuführende Schutzmaßnahmen:

- Auf ständigen Potentialausgleich achten!
- Personenerdung über Handgelenk- und Schuherdung sicherstellen!
- Auf ableitfähige, geschlossene Kleidung achten!
- Elektrostatisch aufladbare Materialien wie normales PE, PVC, Styropor, etc. vermeiden!
- Elektrostatische Felder > 100 V/cm vermeiden!
- Nur gekennzeichnete und definierte Verpackungs- und Transportmaterialien einsetzen!



## VORSICHT

---

### Potentialausgleich durchführen!

Mit dem vorgeschriebenen Trennen der Netzverbindung vor dem Öffnen von Anlagenkomponenten wird auch die Schutzleiterverbindung getrennt! Dies gilt auch für das Abziehen des Anschlusssteckers am Laserkopf (nur notwendig z. B. beim Ausbau des Laserkopfes aus Platzgründen; Pins im Anschlussstecker dabei nicht beschädigen)!

- Vor Arbeiten an Dioden ist der Laserkopf mit geeigneten Mitteln zu erden!
  - Die externe Erdungsleitung muss an einer gekennzeichneten PE-Klemme des Laserkopfes und an einer gekennzeichneten PE-Klemme im Anlagenbereich erfolgen!
  - Der korrekte Potentialausgleich ist messtechnisch zu kontrollieren!
  - Der Anschluss des ESD-Handgelenkbandes hat anschließend an einer PE-Klemme des Laserkopfes zu erfolgen!
  - Vorher darf kein Abklemmen der Diodenmodule erfolgen!
  - Sämtliche Personen, die an Diodenmodulen arbeiten, müssen die Maßnahmen zum Schutz elektrostatisch gefährdeter Bauelemente (ESD) einhalten!
  - Der Arbeitsbereich ist abzusichern!
-

## **VORSICHT**

### **Beschädigungsgefahr bei fehlendem Potentialausgleich!**

Das Berühren der Anschlussklemmen kann bei entfernten Anschlussleitungen zum Zerstören der Diode führen! Dies gilt auch beim Abklemmen der Anschlussleitungen am Netzteil!

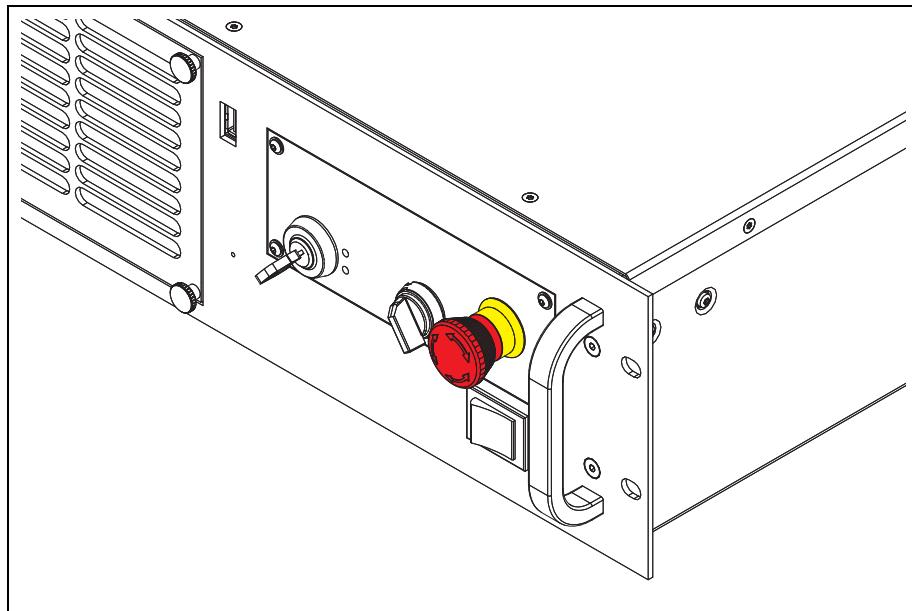
- Dioden sind unmittelbar nach dem Abklemmen durch eine nach den entsprechenden ESD-Vorschriften ausgestattete Person kurzzuschließen!

## **2.9 Not-Halt und Sicherheitseinrichtungen**

### **2.9.1 Not-Halt-Einrichtungen**

Die Not-Halt-Abschaltung erfolgt durch Betätigen des roten Not-Halt-Pilzdrucktasters. Die Not-Halt-Abschaltung bewirkt schnellstmöglichen Abschalten des Lasers und Stillsetzen aller Bewegungen des Arbeitsvorganges und ist zulässig, um eine Personengefährdung oder eine Maschinen- oder Werkstückbeschädigung zu vermeiden.

Der Not-Halt-Pilzdrucktaster befindet sich je nach Anlagenaufbau am Bedienfeld, am Versorgungseinschub oder ist als externer Not-Halt-Pilzdrucktaster verfügbar.



**Abbildung 2.1** Not-Halt-Pilzdrucktaster Bedienfeld

## **HINWEIS**

*Not-Halt-Taster nicht verwenden, um den normalen Arbeitszyklus zu beenden.*

## 2.9.2 Sicherheitseinrichtungen



### HINWEIS

Die im jeweiligen Lasersystem verbauten Sicherheitseinrichtungen sind in dessen Betriebsanleitung erläutert.

---

## 2.10 Sonstige Gefahren

### 2.10.1 UV-Strahlung (sekundär)



### WARNUNG

#### Mögliche Gefährdung durch UV-Strahlung!

Bei der Laserbearbeitung von Metallen kann durch das dabei entstehende Metalldampfplasma unsichtbare UV-Strahlung frei werden, die zu Schäden an Augen und Haut führen kann!

- Ausreichenden Schutz vor UV-Strahlung prüfen!
  - Werden Laserschutzbrillen verwendet, ist im Einzelfall zu prüfen, ob ausreichender Schutz vor UV-Strahlung geboten wird.
  - Weiterhin notwendige Schutzmaßnahmen (z. B. Gesichtsschutz, Verwendung von Sonnenschutzmitteln) sind von der Fachkraft für Arbeitssicherheit des Betreibers zu veranlassen.
- 

### 2.10.2 Gesundheitsschädliche Stoffe



### WARNUNG

#### Gefährdungen durch gesundheitsschädliche Stoffe!

Während des Beschriftungsprozesses und beim Durchführen von Servicearbeiten (z. B. Auswechseln schadstoffbelasteter Filter) können gesundheitsschädliche Dämpfe und Stäube entstehen und austreten.

- Die Vorschriften der Zulieferer hinsichtlich der Sicherheit sind zu beachten.
  - Beim Umgang mit Riskostoffen sind eine geeignete Atemschutzmaske sowie Schutzhandschuhe zu benutzen.
-

## 2.11 Persönliche Schutzmaßnahmen



### GEFAHR

---

#### Laserstrahlung!

Die Strahlung ist sehr gefährlich für die Augen. Auf der Haut kann sie zu schweren Verbrennungen führen. Auch diffus reflektierte Strahlung kann gefährlich sein. Die Laserstrahlung kann Brand- oder Explosionsgefahr verursachen.

- Bei Installation, Betrieb, Wartung oder Service darf sich nie direkter oder reflektierter Strahlung ausgesetzt werden.
  - Niemals direkt oder mit optischem Gerät in den Laserstrahl blicken.
  - Die organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen sind zu beachten!
- 
- Bei Installation, Betrieb, Wartung oder Service darf sich nie direkter oder reflektierter Strahlung ausgesetzt werden. Niemals direkt oder mit optischem Gerät in den Laserstrahl blicken. Organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen sind zu beachten!
  - Im Laserbereich ist eine Laserschutzbrille zum Schutz gegen Laserstrahlung der Wellenlänge 1064 (532) nm und 806 nm zu benutzen. Hierbei sind nationale Vorschriften in der jeweils aktuellen Version zu beachten.
  - Die Interlock-Kreise als Sicherheitseinrichtungen dürfen während des Betriebes der Laseranlage nicht überbrückt werden, weil dann der bestimmungsmäßige Betrieb nicht erfüllt werden kann. Bei Entfernen oder Überbrückung der Sicherheitseinrichtungen wird vom Hersteller keinerlei Haftung übernommen.

## 2.12 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Die nachfolgenden Vorschriften sind einzuhalten. Die detaillierten organisatorischen Schutzmaßnahmen und Richtlinien der DIN EN 60825, Klassifikation VDE 0837 (IEC 825) bzw. nationale Vorschriften sind zu beachten.

- Regelmäßige Sicherheitsbelehrungen der Bediener durchführen.
- Hinweisschilder zur Warnung vor Laserstrahlung anbringen.
- Zugangsbeschränkungen für nicht am Laser arbeitende Personen vorsehen.
- Der Laserbereich ist ausreichend zu kennzeichnen.
- Wegen möglicher Brand- und Explosionsgefahr dürfen keine brennbaren oder leicht entflammbaren Gase, Flüssigkeiten oder Feststoffe in den Laserbereich gebracht werden.
- Bei der Bearbeitung von Werkstoffen (z. B. Metallen oder Kunststoffen) können giftige Zersetzungspprodukte entstehen. Informationen über möglicherweise auftretende Gefahren sind z. B. bei der Berufsgenossenschaft einzuholen.
- Gegenstände, die durch unkontrollierte Reflexion der Laserstrahlung Personen gefährden könnten, sind aus dem Laserbereich zu entfernen.
- Die Wirksamkeit integrierter Sicherheitseinrichtungen (z. B. Not-Halt) ist gemäß definierter Prüfzyklen durch befugte und beauftragte Personen zu prüfen. Es gelten die national gültigen Sicherheitsvorschriften und Richtlinien ([siehe „Bestimmungsgemäßer Betrieb“ auf Seite 2-3](#)). Vorhandene Sicherheitseinrichtungen sind im laufenden Betrieb zu betätigen. Gefahrbringende Funktionen müssen sofort gestoppt bzw. unterbrochen werden. Vor der erneuten Inbetriebnahme der Laseranlage sind die entsprechenden Anzeigen bzw. Fehlermeldungen zu quittieren. Es ist darauf zu achten, dass die Laseranlage wieder gestartet werden kann. Ist dies gewährleistet, befindet sich die integrierte Sicherheitseinrichtung in ordnungsgemäßem Zustand.
- Die Funktion der Warnlampen Laserstrahlung ist sicherzustellen. Eine defekte Lampe muss sofort ersetzt werden. Die Warnlampen Laserstrahlung befinden sich an der Oberseite des Laserkopfes.

## 2.13 Entsorgungshinweise

Die nationalen und regionalen Bestimmungen des jeweiligen Landes zur Entsorgung sind zu befolgen.

## 2.14 Beschilderung

Alle Stellen, an denen unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. Öffnen von Schutzabdeckungen) eine potentielle Gefährdung besteht, sind mit den vorgeschriebenen Warn- und Hinweisschildern gekennzeichnet. Die Lage der einzelnen Schilder ist im Bedienerhandbuch, Kapitel Sicherheit, gekennzeichnet.



### HINWEIS

*Eine Erläuterung der einzelnen Warn- und Hinweisschilder befindet sich in der Betriebsanleitung des Lasersystems. Abhängig vom Auslieferungsstand kann die Position einzelner Beschilderungen variieren.*

---



### WARNUNG

#### Gefährdungen bei fehlender Sicherheitskennzeichnung!

*Bei fehlenden Sicherheitskennzeichnungen können Gefährdungen möglicherweise nicht oder nicht rechtzeitig erkannt werden.*

- Diese Schilder dürfen nicht entfernt werden.*
-

---

---

**Notizen**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Notizen**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 3 Demontage und Montage von Komponenten



### WARNUNG

#### **Gefährdungen durch das Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen!**

Durch das Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen können Gefährdungen für Personen und/oder Sachwerte entstehen.

- Bei allen Arbeiten am Lasersystem sind sämtliche Sicherheitshinweise im [Kapitel 2, Sicherheit](#), zu beachten.
- 



### HINWEIS

Beutel mit Staubschutzkappen befinden sich an folgenden Stellen des Lasersystems.

Pumpmodul: Stromzuführung der Dioden oder HF-Kabel (Schutzkappen für Dioden-Austritt und Faser-Eintritt).

Laserkopf: Kabel des Temperatursensors für den Q-Switch (Schutzkappen für Resonator-Eintritt und Faser-Austritt).

Die Beutel mit den Staubschutzkappen sind nach Beenden der Arbeiten wieder dort zu befestigen.

---

**HINWEIS**

Die hier aufgeführten Anzugsmomente sind bei der Montage von Komponenten unbedingt zu beachten. Andernfalls können die Komponenten beschädigt werden.

Komponente	Anzugsmoment
Abdeckungen Laserkopf	Handfest
Galvokopf	Handfest
Externer Modulator	150 Ncm
Umlenkeinheit	150 Ncm
Shutter	150 Ncm
Resonatormodul	150 Ncm
Strahlaufweitung	Handfest
Kollimierlinse	Handfest
Positionierlaser	150 Ncm
Einkoppelspiegel Positionierlasergehäuse	120 Ncm
Strahlabsorber / Leistungsmesskopf	120 Ncm
Strahlabsorber externer Modulator	150 Ncm
Lüfter Laserkopf	120 Ncm
Abdeckungen Versorgungseinschub	Handfest
Dioden	55 Ncm
HF-Generator	120 Ncm
Netzteile	Handfest
Lüfter Versorgungseinschub	Handfest
Temperatursensor -R1	80 Ncm
Elektronikbauteile	Handfest

## **3.1      Laserkopf**

### **3.1.1    Komponenten des Laserkopfes**

<b>Bezeichnung</b>	<b>Komponente</b>
Elektrische Komponenten	
X28 (optionale Baugruppe)	X28-option
A13	Rangierplatine
A6	Q-switch
A6a	ext. AOM-module (PL-E25air-EM)
A7/X25	Shutter
A39/X39	Leistungsmesskopf (Option)
M5/M6	Lüfter
V1/X38	Positionierlaser

### 3.1.2 Abdeckungen allgemein

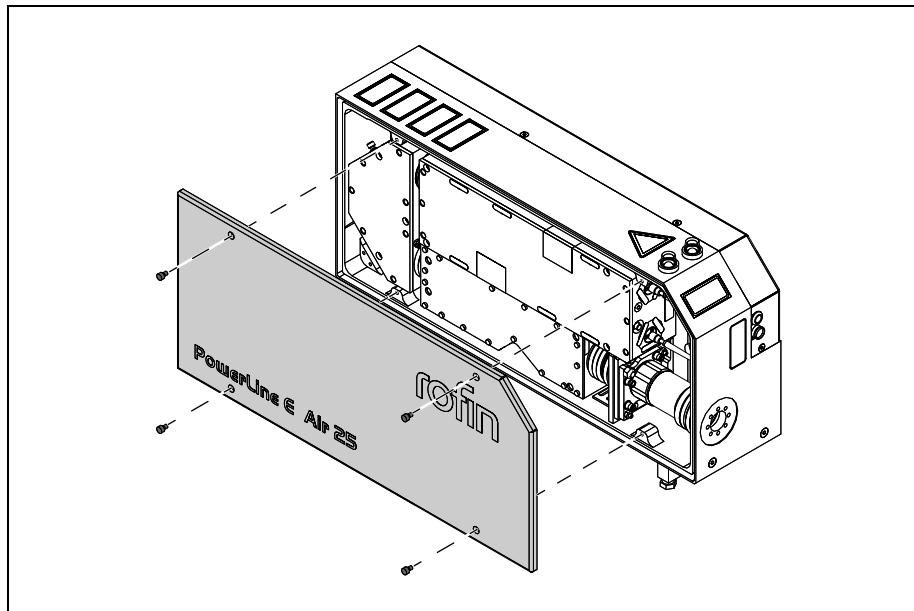


Abbildung 3.1 Laserkopf Resonatorseite

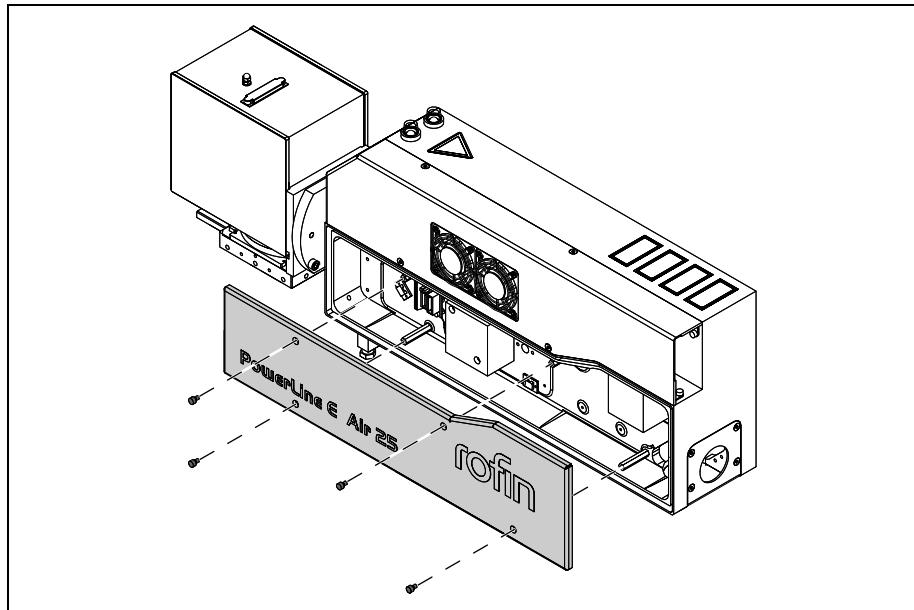
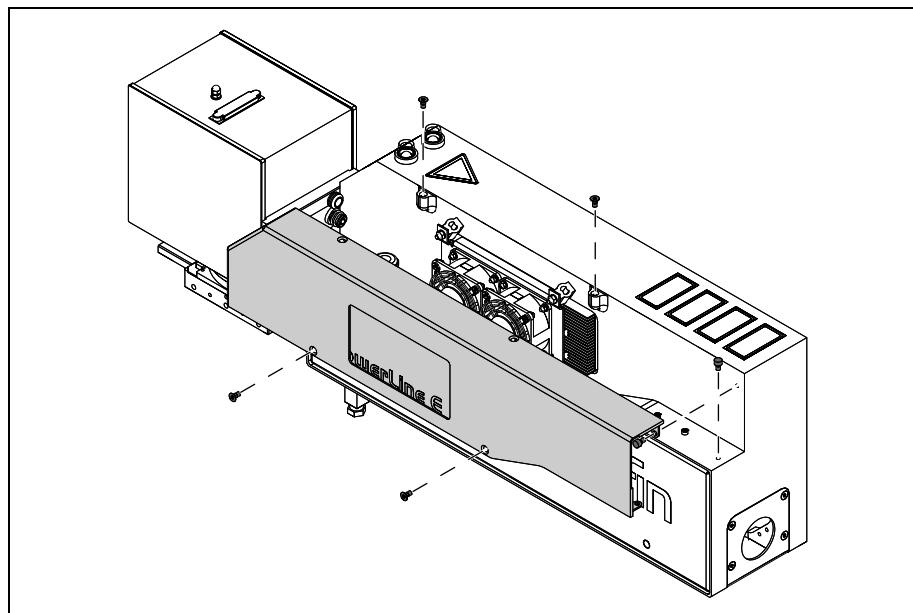


Abbildung 3.2 Laserkopf Rückseite

## **Demontage und Montage von Komponenten**

### Laserkopf

---



**Abbildung 3.3** Laserkopf Lüfterabdeckung

### 3.1.3 Galvokopf

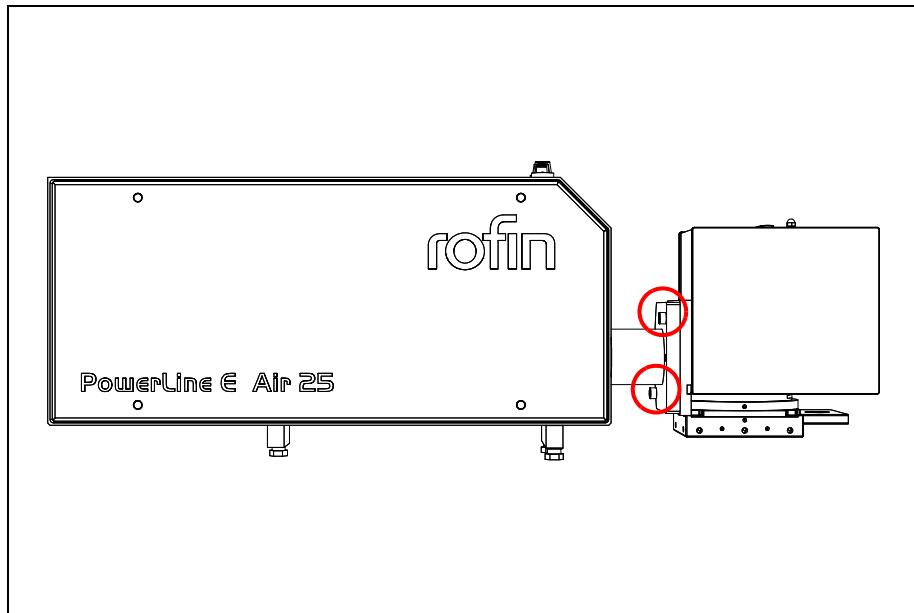


Abbildung 3.4 Galvokopf – 1



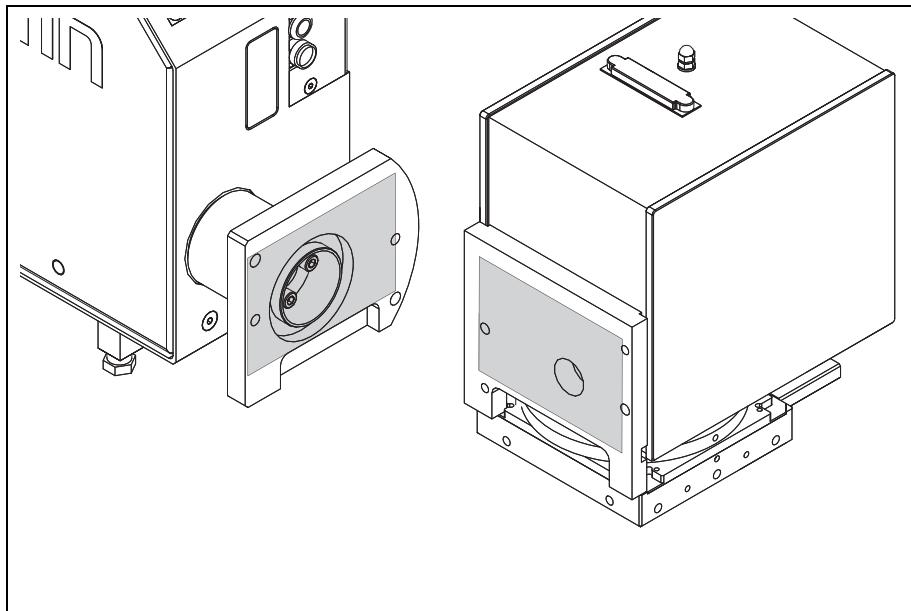
#### VORSICHT

##### Beschädigungsgefahr!

Beim Stecken oder Abziehen unter Spannung wird der Galvokopf beschädigt!

– Anschlusskabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!

1. Anschlussstecker des Galvokopfes lösen und abziehen.
2. Befestigungsschrauben des Galvokopfes ([siehe Abbildung 3.4](#)) lösen.
3. Galvokopf abziehen.



**Abbildung 3.5** Galvokopf – 2



### **VORSICHT**

#### ***Verschmutzungsgefahr!***

*Bei der Verwendung von ungeeignetem Klebeband besteht Verschmutzungsgefahr durch Klebebandreste!*

- *Es darf ausschließlich Klebeband verwendet werden, das sich absolut rückstandsfrei ablösen lässt!*
  
- 4. Eintrittsöffnung des Galvokopfes mit Klebeband abdecken, um Verschmutzungen in Innenen des Galvokopfes zu verhindern.
- 5. Austrittsöffnung des Laserstrahls am Laserkopf mit Klebeband abdecken, um Verschmutzungen in Innenen des Laserkopfes zu verhindern.
- 6. Galvokopf in umgekehrter Reihenfolge montieren.



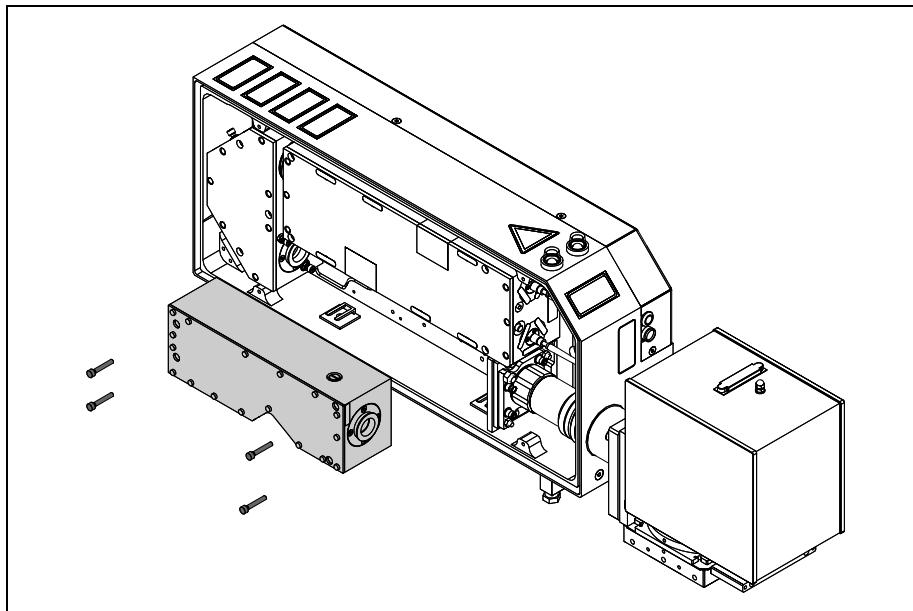
### **WARNUNG**

#### ***Brandgefahr!***

*Durch Klebebänder bzw. Klebebandreste können schwere Schäden am Laser auftreten!*

- *Vor der Montage kontrollieren, dass sämtliche Klebebänder wieder entfernt wurden.*

### 3.1.4 Externer Modulator



**Abbildung 3.6 Externer Modulator – 1**

1. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Faltenbalge am Ein- und Ausgang des externen Modulators entfernen.
3. Befestigungsschrauben des externen Modulators lösen.



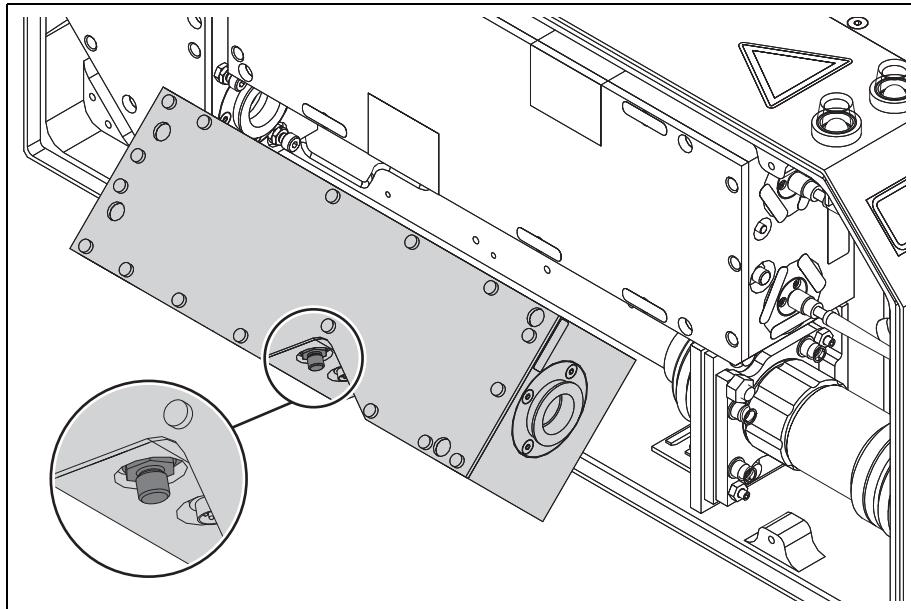
#### HINWEIS

*Externen Modulator dabei festhalten, um ein Herauskippen zu verhindern. Befestigungsschrauben nicht verlieren.*



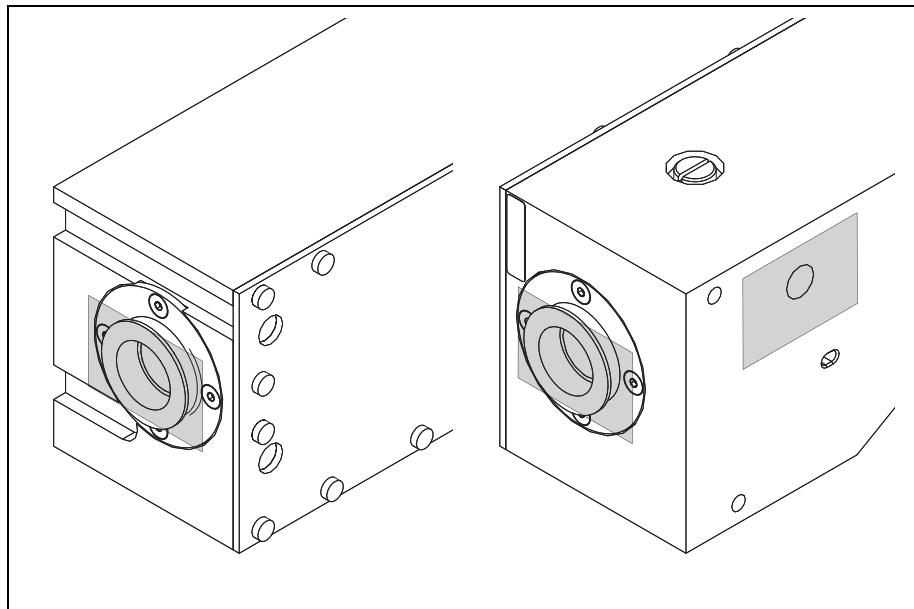
### HINWEIS

*Externen Modulator vorsichtig herausnehmen, da die Anschlussleitung noch am externen Modulator befestigt ist.*



**Abbildung 3.7 Externer Modulator – 2**

4. Externen Modulator vom Passstift ziehen. Befestigungsschrauben dabei gegen Herausfallen sichern.
5. Externen Modulator festhalten und Anschlussleitung abklemmen.
6. Externen Modulator herausnehmen und auf einer sauberen Unterlage ablegen.



**Abbildung 3.8** Externer Modulator – 3



### VORSICHT

#### ***Verschmutzungsgefahr!***

Bei der Verwendung von ungeeignetem Klebeband besteht Verschmutzungsgefahr durch Klebebandreste!

- Es darf ausschließlich Klebeband verwendet werden, das sich absolut rückstandsfrei ablösen lässt!
- 
7. Strahlenein- und Strahlenausgang sowie Streulinse des externen Modulators ([siehe Abbildung 3.8](#)) mit Klebeband abdecken, um Verschmutzungen zu verhindern.
  8. Externen Modulator in umgekehrter Reihenfolge montieren.



### WARNUNG

#### ***Brandgefahr!***

Durch Klebebänder bzw. Klebebandreste können schwere Schäden am Laser auftreten!

- Vor der Montage kontrollieren, dass sämtliche Klebebänder wieder entfernt wurden.
- 



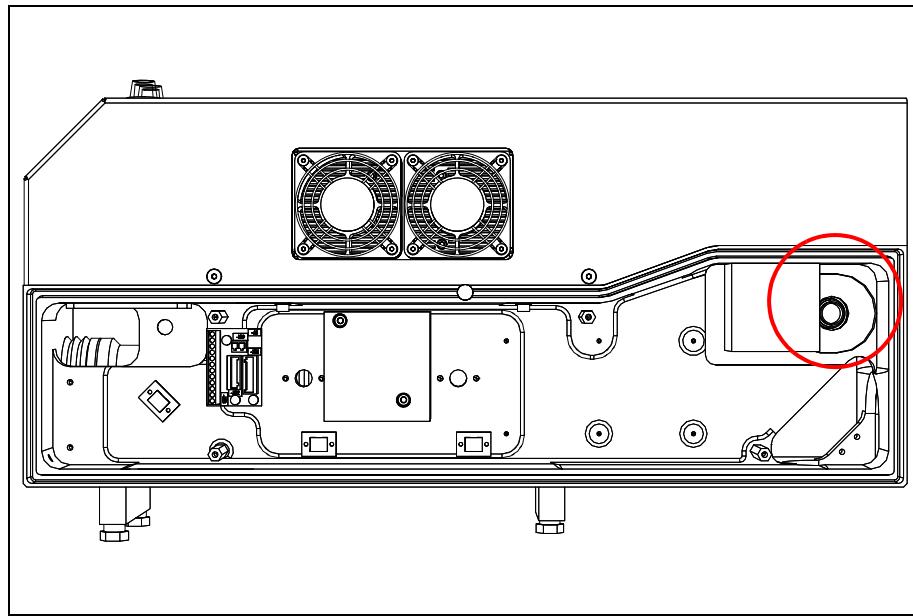
### VORSICHT

#### ***Beschädigungsgefahr!***

Beschädigte Kabel und Leitungen führen zu Funktionsstörungen.

- Kabel und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!
-

### 3.1.5 Umlenkeinheit



**Abbildung 3.9 Umlenkeinheit – 1**

1. Beide seitliche Abdeckungen des Laserkopfes öffnen.
2. Anschlussstecker (-X25) des Shuttermoduls ([siehe Abbildung 3.9](#)) an der Lüfterseite des Laserkopfes lösen.



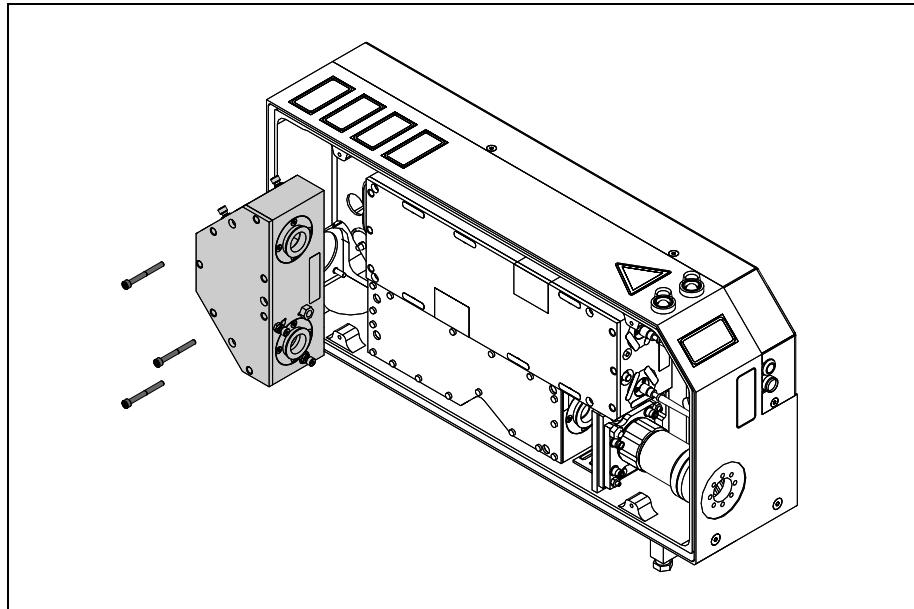
#### **VORSICHT**

##### **Beschädigungsgefahr!**

Bei der unsachgemäßen Verwendung von Werkzeugen kann der Anschlussstecker beschädigt werden.

- Bei der notwendigen Verwendung von Werkzeug keine Gewalt anwenden!
- Anschlussstecker nicht beschädigen!

3. Je nach Lasermodell externen Modulator bzw. Strahlverrohrung auf der Resonatorseite des Laserkopfes ausbauen.

**Abbildung 3.10 Umlenkeinheit – 2**

4. Drei Befestigungsschrauben der Umlenkeinheit lösen.
5. Umlenkeinheit nach vorn von den Passstiften abziehen und herausnehmen.
6. Faltenbalg vom Resonatormodul abnehmen.

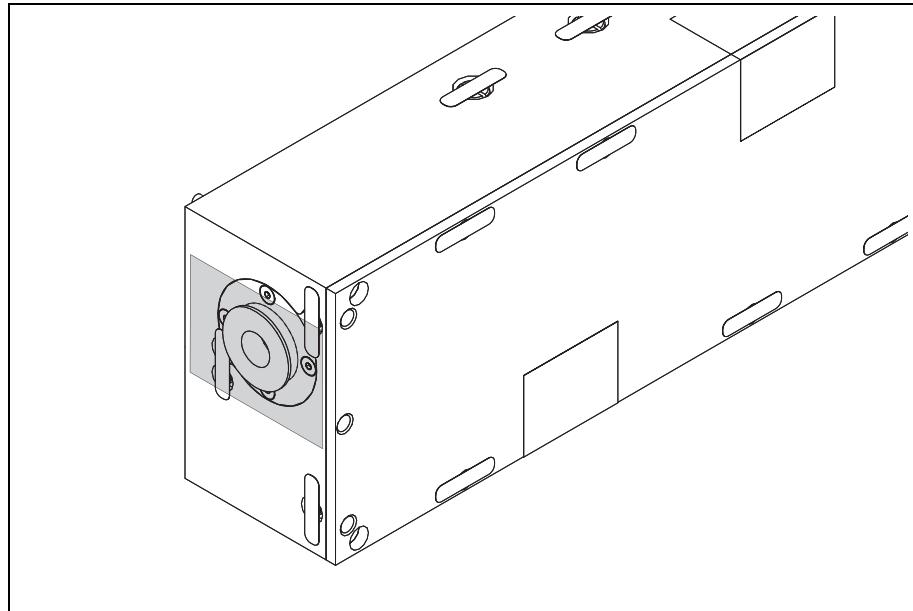
**VORSICHT*****Verschmutzungsgefahr!***

*Bei der Verwendung von ungeeignetem Klebeband besteht Verschmutzungsgefahr durch Klebebandreste!*

- *Es darf ausschließlich Klebeband verwendet werden, das sich absolut rückstandsfrei ablösen lässt!*

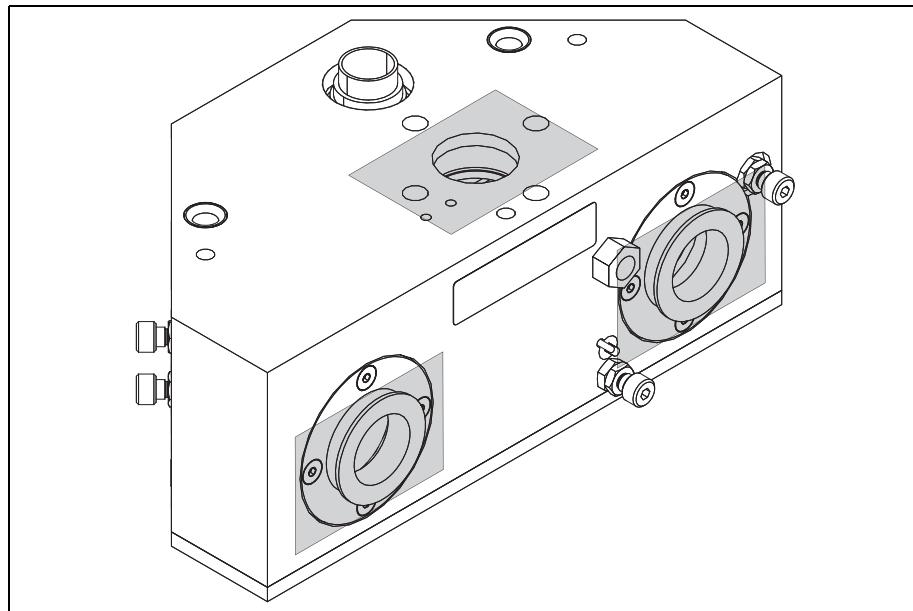
## Demontage und Montage von Komponenten

### Laserkopf



**Abbildung 3.11 Umlenkeinheit – 3**

7. Strahleingang des Resonatormoduls mit Klebeband abdecken, um Verschmutzungen auf dem antireflexbeschichtetem Austrittsfenster des Resonatormoduls zu verhindern.



**Abbildung 3.12 Umlenkeinheit – 4**

8. Strahlein- und Strahleingang sowie Streulinse der Umlenkeinheit mit Klebeband abdecken, um Verschmutzungen zu verhindern.
9. Arbeiten im Inneren der Umlenkeinheit durchführen.



### **WARNUNG**

#### **Brandgefahr!**

Durch Klebebänder bzw. Klebebandreste können schwere Schäden am Laser auftreten!  
– Vor der Montage kontrollieren, dass sämtliche Klebebänder wieder entfernt wurden.



## VORSICHT

### **Beschädigungsgefahr!**

*Beschädigte Kabel und Leitungen führen zu Funktionsstörungen.*

- Kabel und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!*
- 

10. Faltenbalg zwischen Umlenkeinheit und Resonatormodul einsetzen, Umlenkeinheit auf die Passstifte aufsetzen und auf die korrekte Lage des Faltenbalges achten.
11. Umlenkeinheit festschrauben.
12. Anschließend Anschlussstecker (-X25) des Shuttermoduls an der Lüfterseite des Laserkopfes einstecken und festschrauben.



## VORSICHT

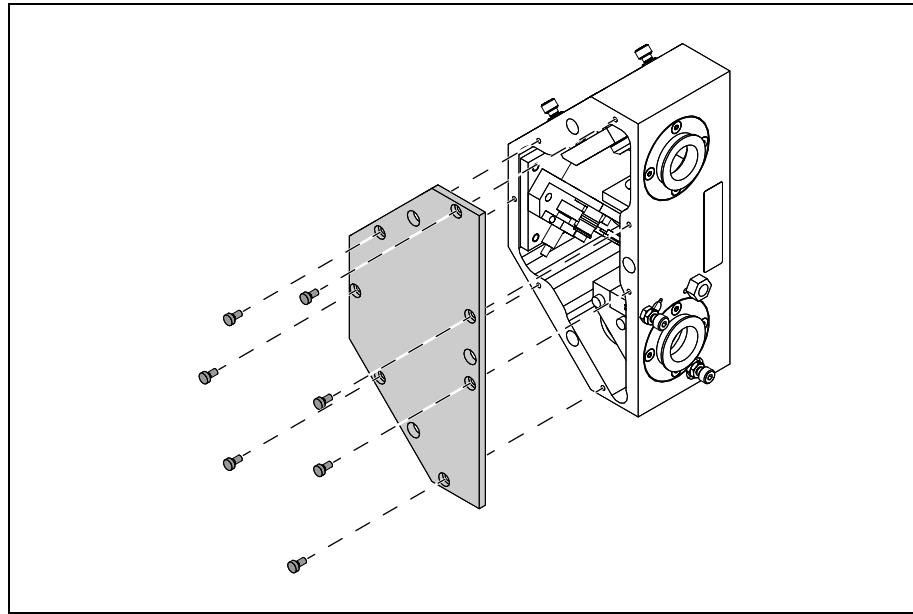
### **Beschädigungsgefahr!**

*Bei der unsachgemäßen Verwendung von Werkzeugen kann der Anschlussstecker beschädigt werden.*

- Anschlussstecker nur von Hand festziehen, um evtl. Beschädigungen am Gewinde durch Werkzeugeinsatz zu verhindern!*
- 

13. Justage des Laserstrahls kontrollieren.
14. Externen Modulator einbauen und justieren bzw. Strahlverrohrung auf der Resonatorseite des Laserkopfes einbauen. Immer auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.
15. Beide seitliche Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
16. Laseranlage in Betrieb nehmen.

### 3.1.6 Shutter



**Abbildung 3.13 Shutter – 1**

1. Umlenleinheit auf einer sauberen Unterlage ablegen.



#### **VORSICHT**

##### **Beschädigungsgefahr!**

*Bei unsachgemäßem Umgang kann die Umlenleinheit beschädigt werden.*

- Keinen Druck auf die Umlenleinheit ausüben, um den Stecker an der Unterseite der Umlenleinheit nicht zu beschädigen.

2. Sieben Befestigungsschrauben der Abdeckung der Umlenleinheit lösen.
3. Abdeckung abnehmen.

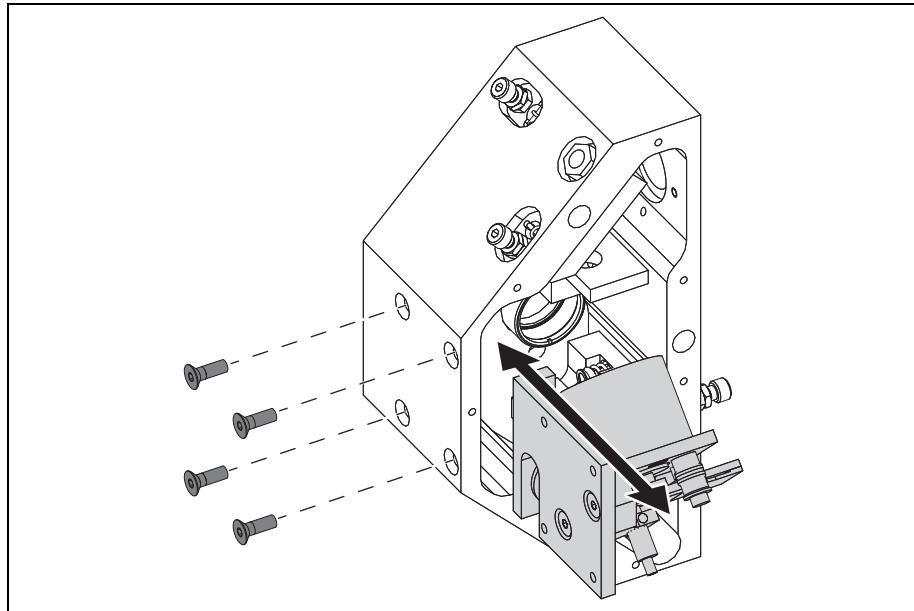


Abbildung 3.14 Shutter – 2

4. Vier Befestigungsschrauben des Shuttermoduls lösen.
5. Shuttermodul ausbauen.

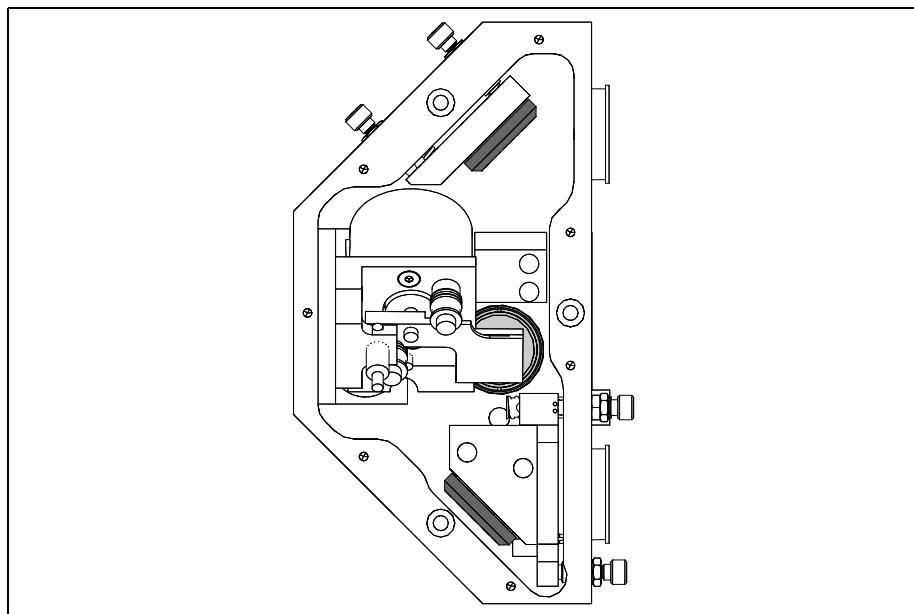


Abbildung 3.15 Shutter – 3

6. Reinigungszustand der Umlenkspiegel und der Linse vor der internen Leistungsmessung bzw. vor dem Absorber in der Umlenkeinheit prüfen. Ggf. Reinigung durchführen bzw. Komponenten ersetzen.



### HINWEIS

Zum Ausbau des Umlenkspiegels muss dessen Halterung nach dem Lösen der beiden Befestigungsschrauben demontiert werden.



## **VORSICHT**

### **Beschädigungsgefahr!**

*Bei falschem Einbau wird der Umlenkspiegel zerstört!*

- *Einbaurichtung der Umlenkspiegel beachten!*
  - *Die Pfeilmarkierung bzw. der goldfarbene Ring des Umlenkspiegels muss in die Richtung zeigen, die vom Laserstrahl beaufschlagt wird (in Richtung Resonatormodul)!*
- 



## **HINWEIS**

*Vor dem Einbau Reinigungszustand des Shutterspiegels kontrollieren, ggf. Reinigung durchführen bzw. Komponente ersetzen.*

---

7. Shuttermodul in die Umlenkeinheit einsetzen und festschrauben.
8. Abdeckung der Umlenkeinheit montieren.



## **WARNUNG**

### **Brandgefahr!**

*Durch Klebebänder bzw. Klebebandreste können schwere Schäden am Laser auftreten!*

- *Vor der Montage kontrollieren, dass sämtliche Klebebänder wieder entfernt wurden.*
- 



## **VORSICHT**

### **Beschädigungsgefahr!**

*Beschädigte Kabel und Leitungen führen zu Funktionsstörungen.*

- *Kabel und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!*
- 

9. Faltenbalg zwischen Umlenkeinheit und Resonatormodul einsetzen, Umlenkeinheit auf die Passstifte aufsetzen und auf die korrekte Lage des Faltenbalges achten.
10. Umlenkeinheit montieren.
11. Anschließend Anschlussstecker (-X25) des Shuttermoduls an der Lüfterseite des Laserkopfes einstecken und festschrauben.



## **VORSICHT**

### **Beschädigungsgefahr!**

*Bei der unsachgemäßen Verwendung von Werkzeugen kann der Anschlussstecker beschädigt werden.*

- *Anschlussstecker nur von Hand festziehen, um evtl. Beschädigungen am Gewinde durch Werkzeugeinsatz zu verhindern!*
- 

12. Funktion des Shutters mehrmals prüfen. Dazu den Shutter am Laser und über die externe Steuerung öffnen und schließen.
13. Nach Wechsel der Shutterbaugruppe: Sicherheits- und Funktionskontrolle der Shutterbaugruppe durchführen ([siehe Seite 3-18](#)).
14. Leistungsmessung durchführen, um festzustellen, dass der Laserstrahl bei offenem Shutter ungehindert austritt und bei geschlossenem Shutter vollständig abgelenkt wird ([siehe Punkt 4.6.7, Seite 4-30](#)).
15. Justage des Laserstrahls kontrollieren ([siehe Punkt 6.5, Seite 6-16](#)).

16. Falls vorhanden, externen Modulator einbauen und justieren bzw. Strahlverrohrung auf der Resonatorseite des Laserkopfes einbauen. Immer auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.
17. Beide seitliche Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
18. Laseranlage in Betrieb nehmen.

### Sicherheits- und Funktionskontrolle der Shutterbaugruppe

Die Überprüfung der Shutterbaugruppe dient der allgemeinen Funktionskontrolle und zur Sicherstellung der Schutzeinrichtung. Mögliche fehlerhafte Baugruppen, Fehljustage und Überblendungen mit Laserstrahlung werden dadurch erkannt.



#### HINWEIS

*Die visuelle Überprüfung und Messung findet jeweils ohne eingebaute Strahlaufweitung statt. Vorausgehend ist die Überprüfung der korrekten Strahljustage des Lasers ([siehe Punkt 6.5, Seite 6-16](#)).*

---

#### Messmittel:

- Sensorkarte für geringe Leistungen
- Option: Messkopf für Leistungen < 10 mW

#### Messparameter:

- Maximale Laserleistung (100 % / 80 kHz)

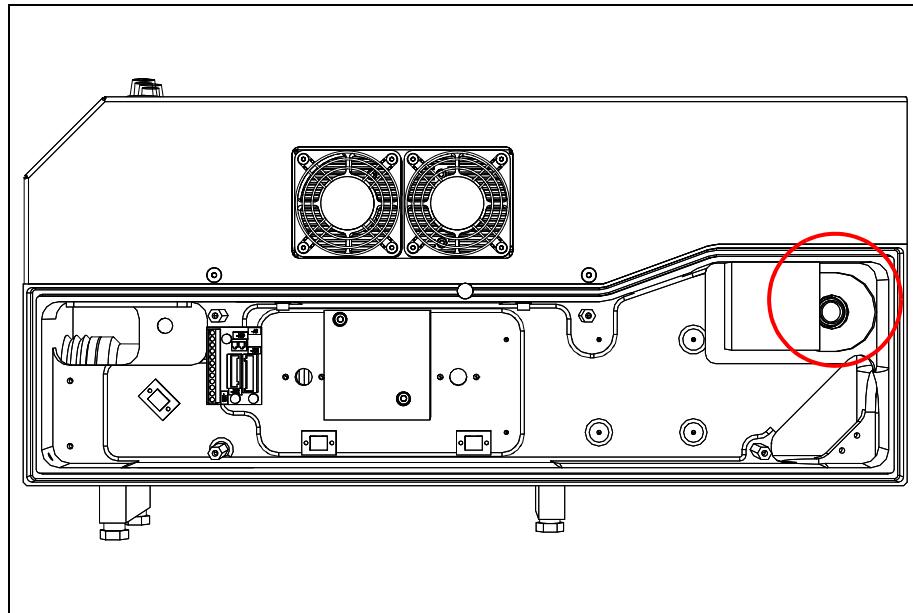
#### Messort:

- Visuelle Überprüfung mit Sensorkarte direkt nach der Shutterbaugruppe (bei geöffnetem Deckel der Umlenkeinheit)

und/oder

- Messung mit Leistungsmessgerät nach Galvoflansch (Messpunkt 1)

**Vorbereitung der Messung:**



**Abbildung 3.16** Anschlussstecker - X25

- Eine zweite Shutterbaugruppe zur Freigabe der Laserstrahlung extern an -X25 ([siehe Abbildung 3.16](#)) anschließen.



**HINWEIS**

Der **interne Shutter des Lasersystems** muss eingebaut sein. Sein elektrischer Anschluss ist zu trennen.

- Laserleistung auf Maximum einstellen (100 %/80 kHz)
- Laserstrahlung freigeben (zweiten Shutter auf und Laserstrahl anschalten)

**Durchführung der Messung:**

- a) Messung mit Leistungsmessgerät
  - Ca. 100 mm nach der Flanschplatte.
  - Bei der Messung mit einem Messgerät ist der Messkopf auf den Laserstrahl (Überblendung) auszurichten. Dieser befindet sich i. d. R. außerhalb der eigentlichen Strahlposition.
  - Die zulässige Obergrenze liegt bei 1,96 mW.

**b)** Visuelle Überprüfung mit Sensorkarte

- Bereich nach Shutterbaugruppe mit Hilfe der Sensorkarte auf mögliche Überblendung überprüfen.
- Eine Überblendung mit gerichteter Laserstrahlung ist auf der Sensorkarte immer als intensiver Punkt oder Kreisbereich zu sehen.
- Die Streustrahlung leuchtet den Sensorbereich homogen aus.
- Siehe hierzu Prinzipzeichnungen in Abbildung 3.17.

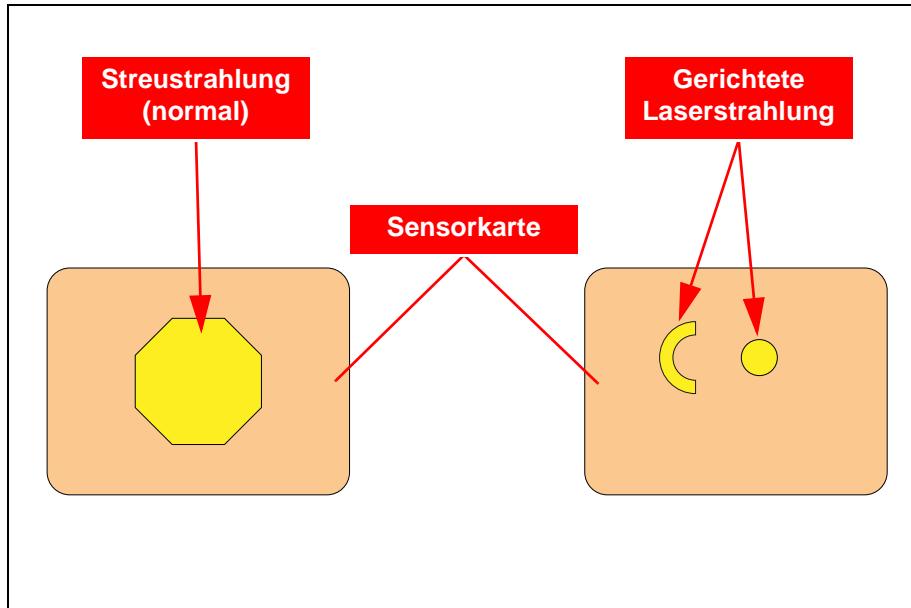


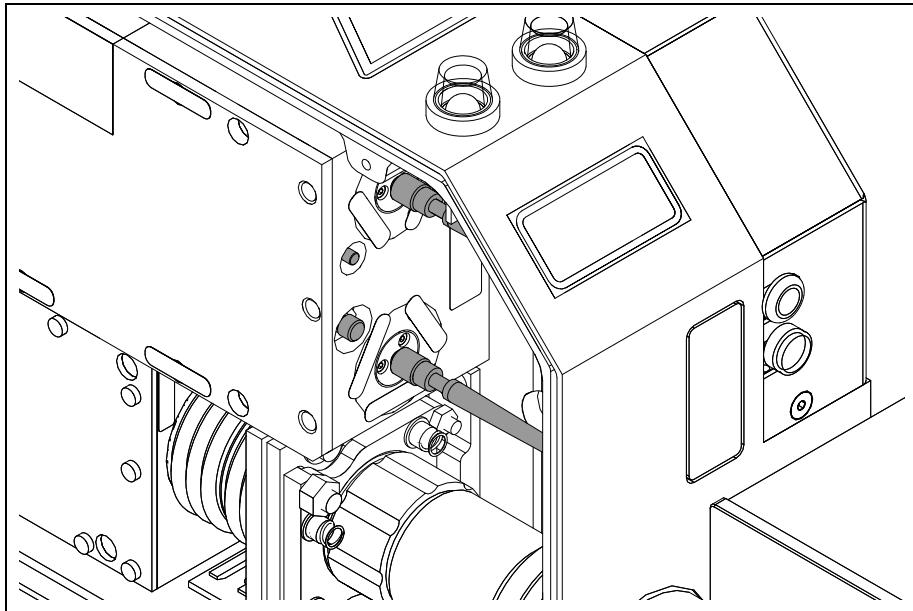
Abbildung 3.17 Visuelle Überprüfung mit Sensorkarte

**HINWEIS**

Sichtbare, gerichtete Laserstrahlung übersteigt i. d. R. den zulässigen Höchstwert von 1,96 mW und muss abgestellt werden.

1. Überprüfung der neuen Shutterbaugruppe, ggf. Wechsel der Shutterbaugruppe und neue Prüfung.
2. Überprüfung, ob der Strahlengang in Ordnung ist (siehe Punkt 6.5, Seite 6-16 ff.).
3. Resonatormodul wechseln, erneute Justage Strahlengang und erneute Überprüfung durchführen.
4. Führen diese Schritte nicht zum Erfolg, ist sich mit ROFIN-Sinar in Verbindung zu setzen.

### 3.1.7 Resonatormodul



**Abbildung 3.18 Resonatormodul – 1**

1. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Glasfaserleitung nach vorherigem Lösen der Überwurfmutter langsam abziehen.



#### **VORSICHT**

##### **Beschädigungsgefahr!**

Glasfaserleitungen können durch Werkzeugeinsatz beschädigt werden.

- Kein Werkzeug verwenden!



#### **HINWEIS**

Kennzeichnen, an welchem Anschluss welche Glasfaser angeschlossen war. Dadurch wird ein Verwechseln ausgeschlossen, das zu Fehlfunktionen führen kann.

---

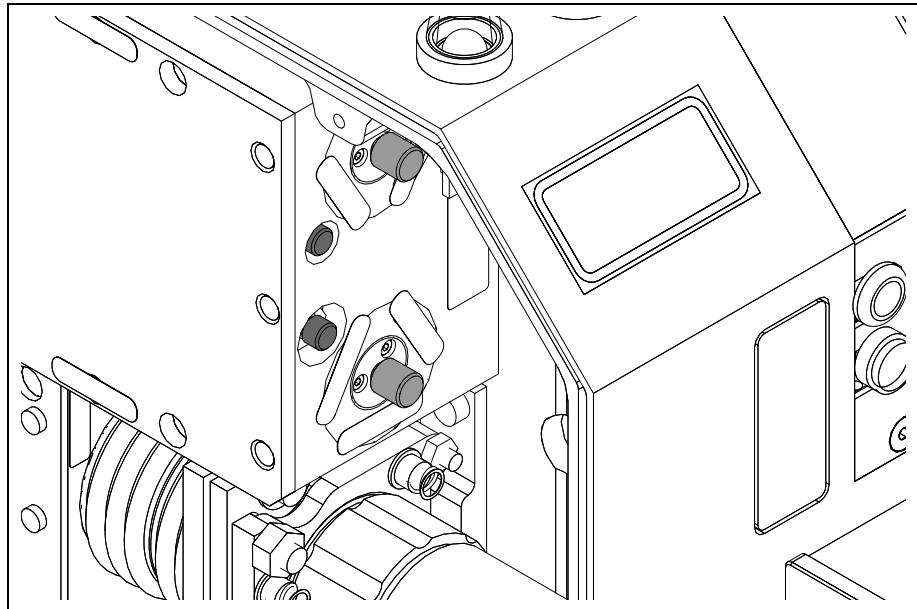


Abbildung 3.19 Resonatormodul – 2

3. Staubschutzkappen auf die Glasfasern und die Anschlüsse am Resonatormodul anbringen.



### HINWEIS

Beutel mit Staubschutzkappen sind im Lasersystem befestigt ([siehe Seite 3-1](#)). Die Beutel mit den Staubschutzkappen nach Beenden der Arbeiten wieder dort befestigen.

4. SMA-Stecker HF-Leitung und SMB-Stecker Q-Switch Interlock-Leitung abklemmen.

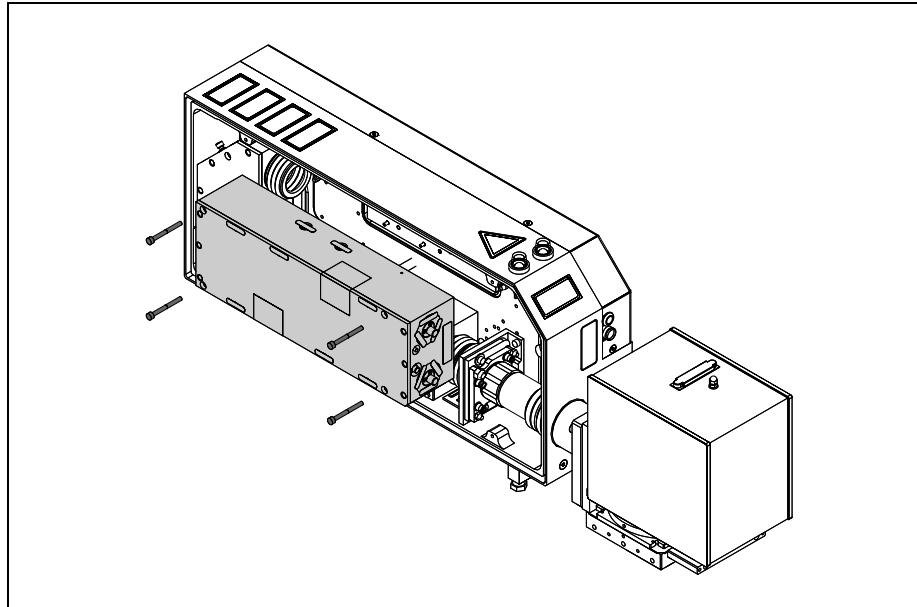


Abbildung 3.20 Resonatormodul – 3

5. Befestigungsschrauben des Resonatormoduls lösen.



### HINWEIS

*Resonatormodul dabei festhalten, um ein Herauskippen zu verhindern. Befestigungsschrauben nicht verlieren.*

6. Resonatormodul von den Passstiften ziehen. Befestigungsschrauben dabei gegen Herausfallen sichern.
7. Resonatormodul herausnehmen und auf einer sauberen Unterlage ablegen.

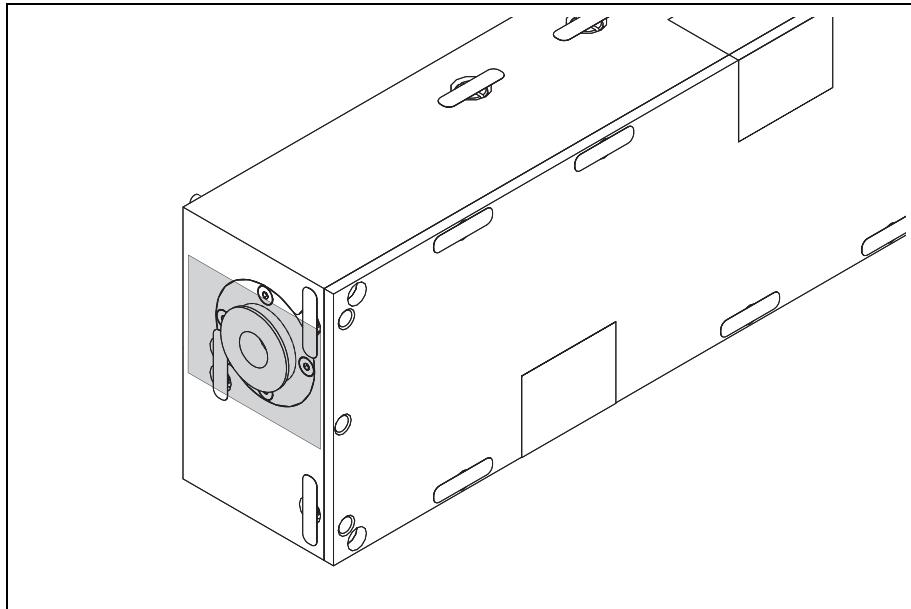


### VORSICHT

#### ***Verschmutzungsgefahr!***

*Bei der Verwendung von ungeeignetem Klebeband besteht Verschmutzungsgefahr durch Klebebandreste!*

- *Es darf ausschließlich Klebeband verwendet werden, das sich absolut rückstandsfrei ablösen lässt!*



**Abbildung 3.21** Resonatormodul – 4

8. Strahlenausgang des Resonatormoduls mit Klebeband abdecken, um Verschmutzungen auf dem antireflexbeschichtetem Austrittsfenster des Resonatormoduls zu verhindern.

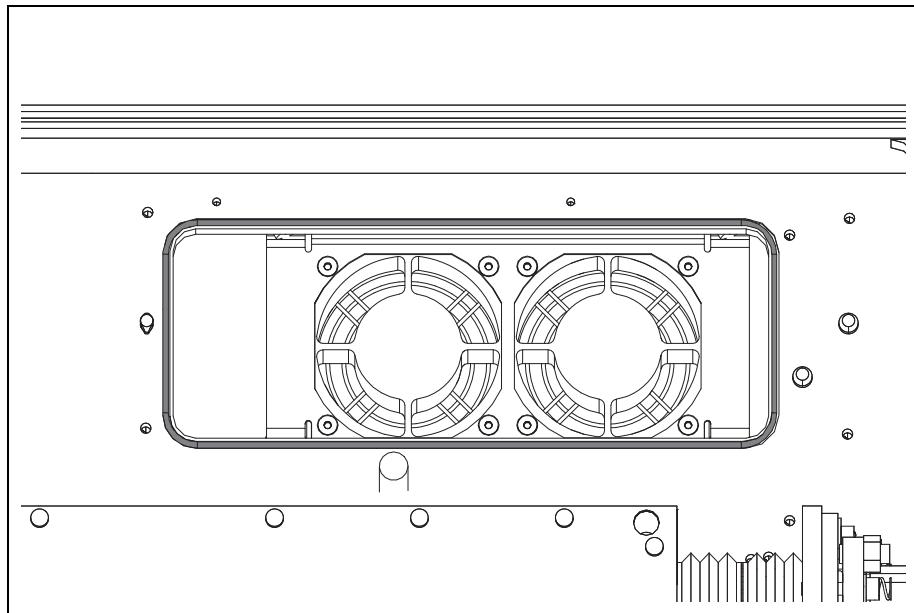


Abbildung 3.22 Resonatormodul – 5

9. Zustand und korrekten Sitz des O-Ringes ([siehe Abbildung 3.22](#)) an den Kühlventilatoren kontrollieren.



### HINWEIS

Der O-Ring muss bei Beschädigung, spätestens aber nach dem Wechsel des Resonatormoduls, ausgetauscht werden. Jedem Ersatz-Resonator liegt ein neuer O-Ring bei.

10. Zustand Kühlrippen prüfen und ggf. reinigen.



### WARNUNG

#### Brandgefahr!

Durch Klebebänder bzw. Klebebandreste können schwere Schäden am Laser auftreten!

- Vor der Montage kontrollieren, dass sämtliche Klebebänder wieder entfernt wurden.



### VORSICHT

#### Beschädigungsgefahr!

Beschädigte Kabel und Leitungen führen zu Funktionsstörungen.

- Kabel und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!

11. Resonatormodul auf die Passstifte schieben.
12. Die dem neuen Resonatormodul beiliegenden Befestigungsschrauben einsetzen.
13. Befestigungsschrauben mit einem Drehmoment von **120 Ncm** über Kreuz anziehen.
14. Staubschutzkappe vom Resonatormodul und den Glasfaserleitungen entfernen. Glasfasern anschließen.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

*Glasfaserleitungen können durch Werkzeugeinsatz beschädigt werden.*

- Kein Werkzeug verwenden!*

---

15. SMA-Stecker HF-Leitung und SMB-Stecker Q-Switch Interlock-Leitung anklemmen.



### **WARNUNG**

#### **Laserstrahlung!**

*Unfall-/Verletzungsgefahr durch Laserstrahlung!*

- Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen!*

---

16. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

17. Justage des Laserstrahls kontrollieren.

18. Sicherheits- und Funktionskontrolle der Shutterbaugruppe durchführen ([siehe Seite 3-18](#)).

19. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmessgerät überprüfen  
([siehe Punkt 4.6.3, Seite 4-23](#)).

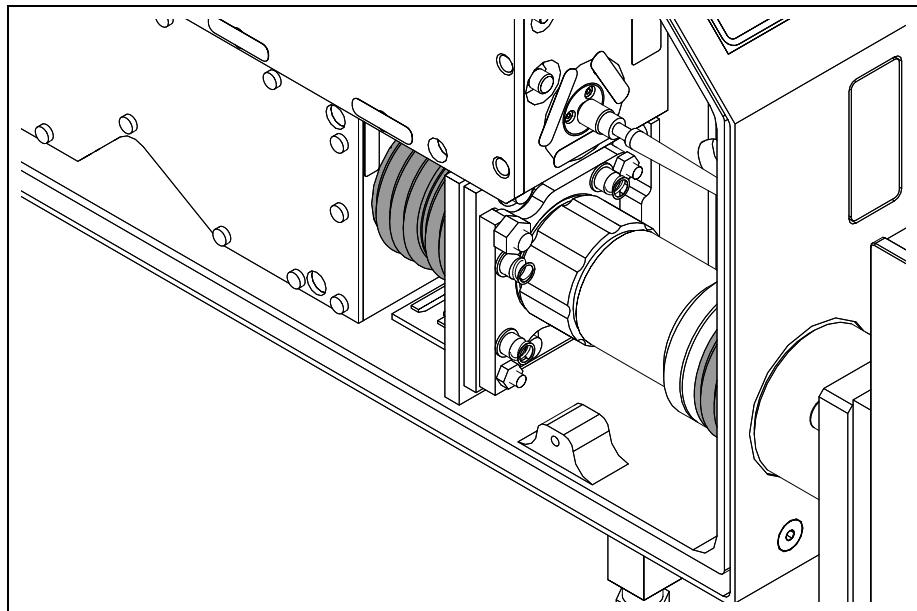
20. Laser-Leckleistung des HF-Generators überprüfen ([siehe Punkt 4.11, Seite 4-40](#)).

21. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.

22. Laseranlage in Betrieb nehmen.

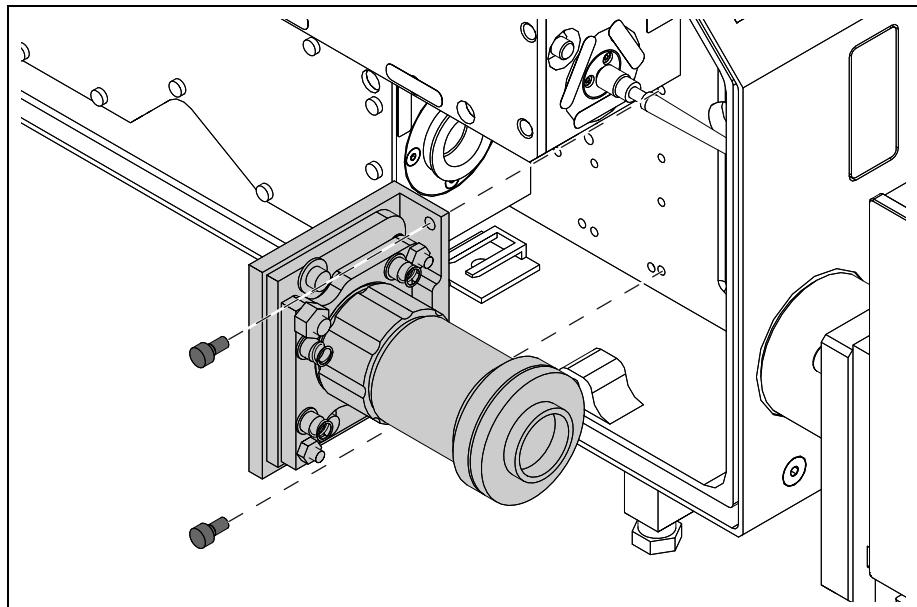
23. Testbeschriftung durchführen. Messwerte in das Logbuch eintragen.

### 3.1.8 Strahlaufweitung



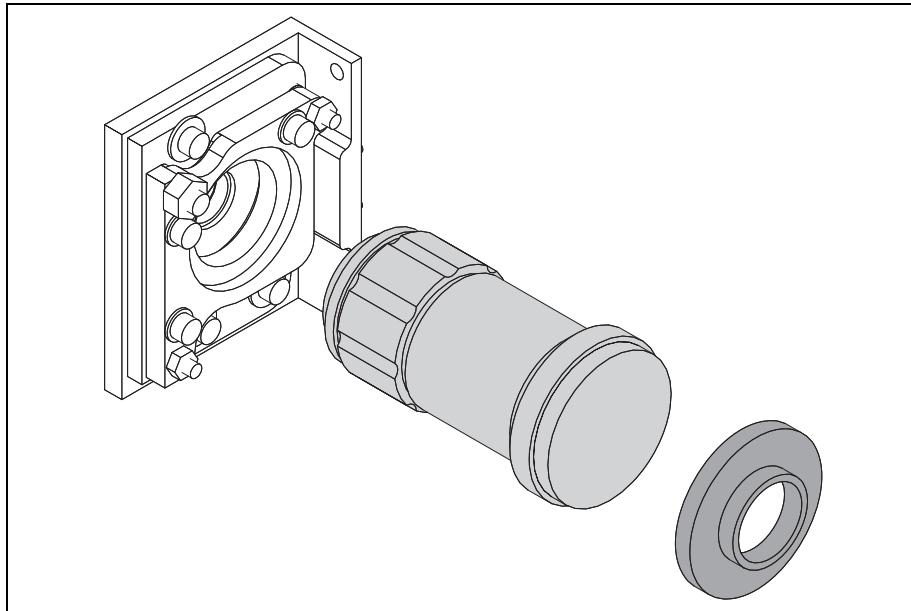
**Abbildung 3.23** Strahlaufweitung – 1

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Faltenbalge ausbauen.



**Abbildung 3.24** Strahlaufweitung – 2

3. Strahlaufweitung inklusive Halterung ausbauen.
4. Einstellung (Skalenwert) der Strahlaufweitung notieren.



**Abbildung 3.25** Strahlaufweitung – 3

5. Strahlaufweitung aus der Halterung herausschrauben und eventuell vorhandene Distanzringe für die weitere Verwendung aufbewahren.
6. Ausgebaute Strahlaufweitung visuell prüfen (Reinigungszustand, Einbrände usw.).
7. Strahlaufweitung bei Bedarf reinigen oder austauschen.



### **HINWEIS**

Sind weitere Arbeiten im Laserkopf notwendig, ausgebaute Strahlaufweitung mit Staubschutzkappen verschließen.

8. Neue/gereinigte Strahlaufweitung in die Halterung schrauben.
  - **Gereinigte Strahlaufweitung mit den alten Distanzringen** so einbauen, dass die Skala von außen (vorn) lesbar ist.
  - **Neue Strahlaufweitung mit geeigneten Distanzringen** so einbauen, dass die Skala von außen (vorn) lesbar ist.
  - Erhältliche Distanzringe: 0,25 mm (Bestellnummer 102146579), 0,5 mm (Bestellnummer 102119176), 0,8 mm (Bestellnummer 102119177)
9. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen ([siehe Punkt 6.5, Seite 6-16](#)).
10. Strahlaufweitung mit Halterung wieder einbauen. Dabei auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

Beschädigte Kabel und Leitungen führen zu Funktionsstörungen.

- Kabel und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!

11. Neue/gereinigte Strahlaufweitung auf den Skalenwert der ausgebauten Strahlaufweitung einstellen.
12. Fokuspunkt des Lasers prüfen und ggf. justieren ([siehe Punkt 6.4, Seite 6-12](#)).
13. Probebeschriftung durchführen.
14. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
15. Laseranlage in Betrieb nehmen.

### 3.1.9 Kollimierlinse



#### HINWEIS

Vorhanden an der Strahlaufweitung von Lasersystemen in Basisausführung mit oder ohne Positionierlaser.

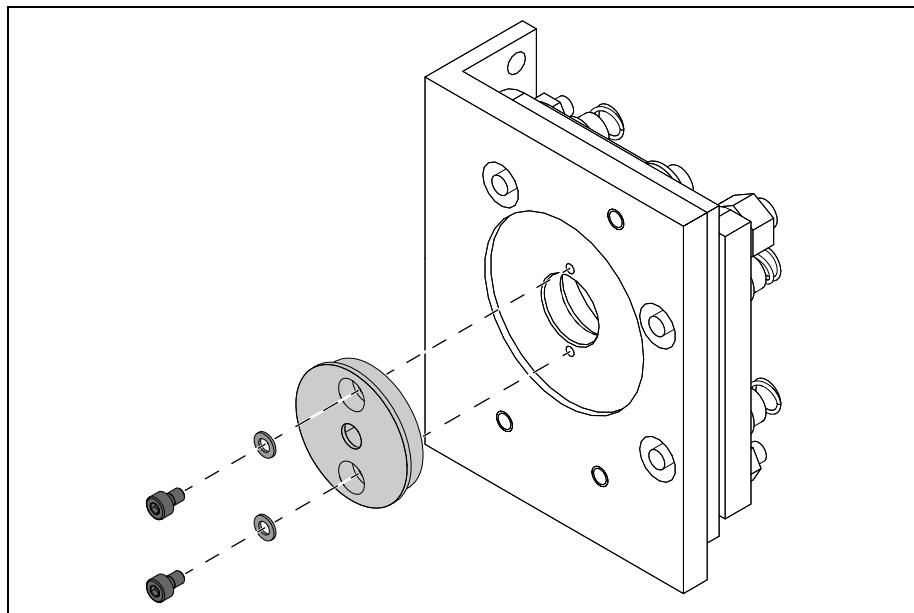


Abbildung 3.26 Kollimierlinse

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Strahlaufweitung inklusive Halterung ausbauen.
3. Kollimierlinse von der Strahlaufweitungshalterung abschrauben.
4. Kollimierlinse auf einer geeigneten Unterlage (z. B. Linsenreinigungspapier) ablegen.
5. Visuelle Prüfung der Oberflächen mit einer Lupe durchführen.



#### HINWEIS

Falls Einbrände/Verfärbungen sichtbar sind, ist die Kollimierlinse samt Halter auszutauschen.

6. Kollimierlinse wieder einbauen.
7. Strahlaufweitung montieren.



#### VORSICHT

##### Beschädigungsgefahr!

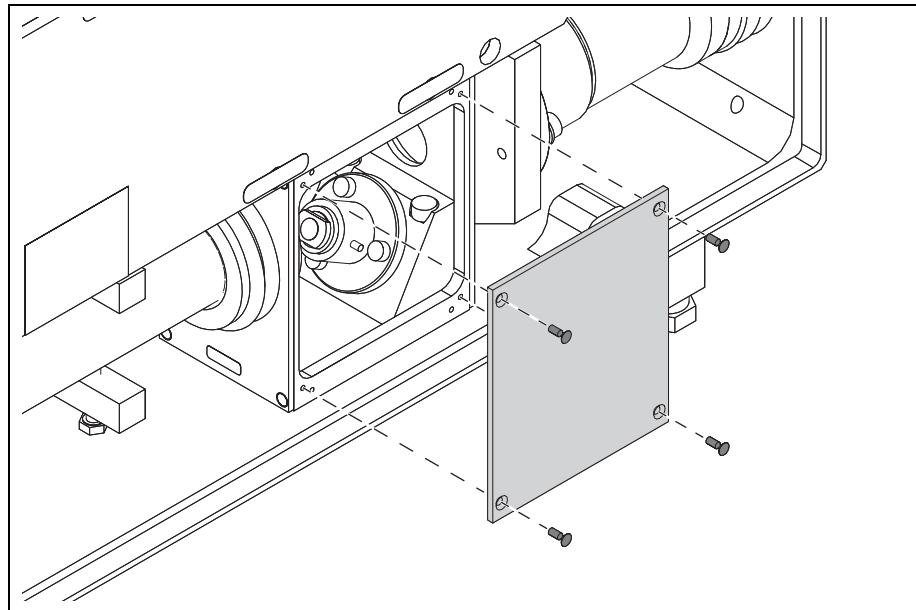
Beschädigte Kabel und Leitungen führen zu Funktionsstörungen.

- Kabel und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!

8. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen ([siehe Punkt 6.5, Seite 6-16](#)).
9. Faltenbalge einbauen.
10. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
11. Laseranlage in Betrieb nehmen.

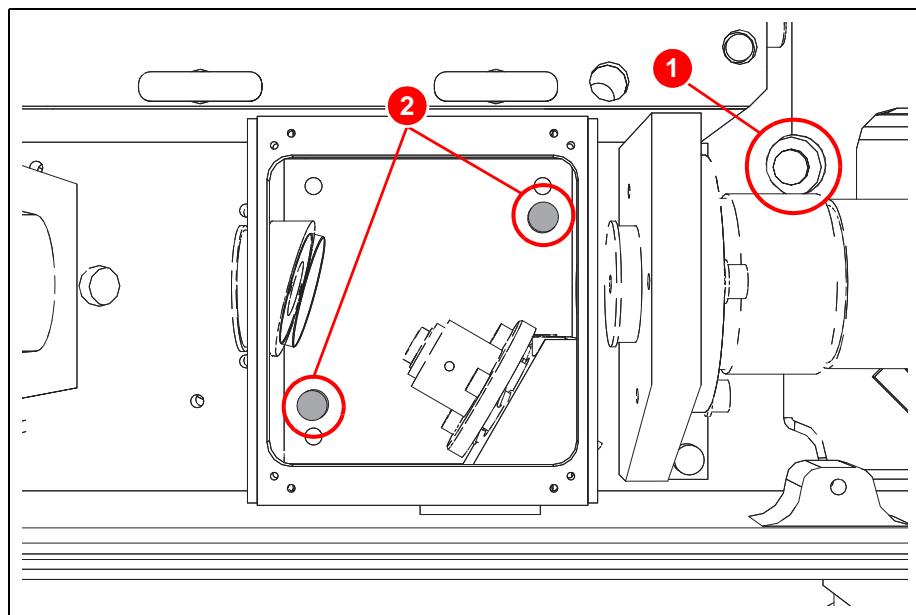
### 3.1.10 Positionierlaser<sup>1)</sup>

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Strahlverrohrung des Laserkopfes ausbauen.



**Abbildung 3.27 Positionierlaser – 1**

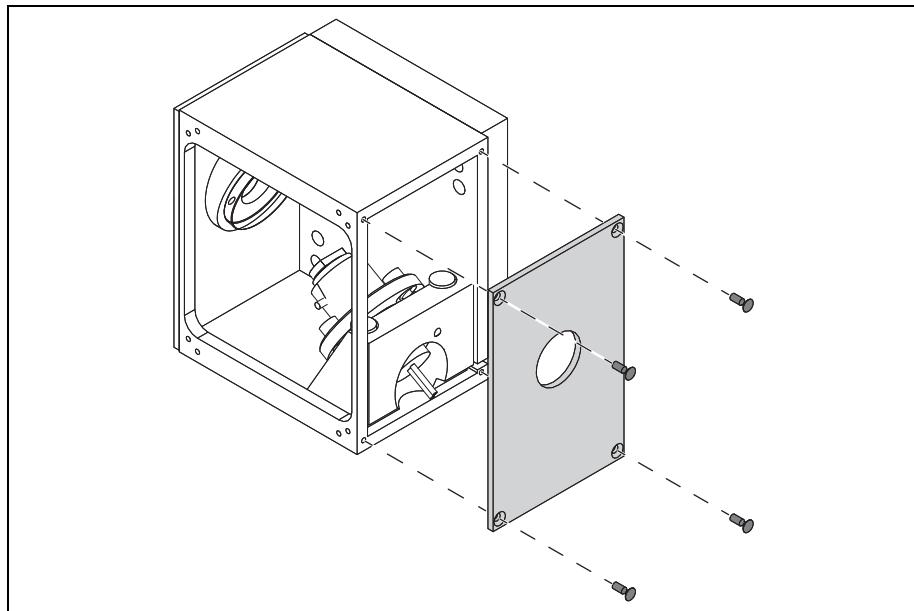
3. Vier Befestigungsschrauben der Abdeckung des Positionierlasers lösen.
4. Abdeckung abnehmen.



**Abbildung 3.28 Positionierlaser – 2**

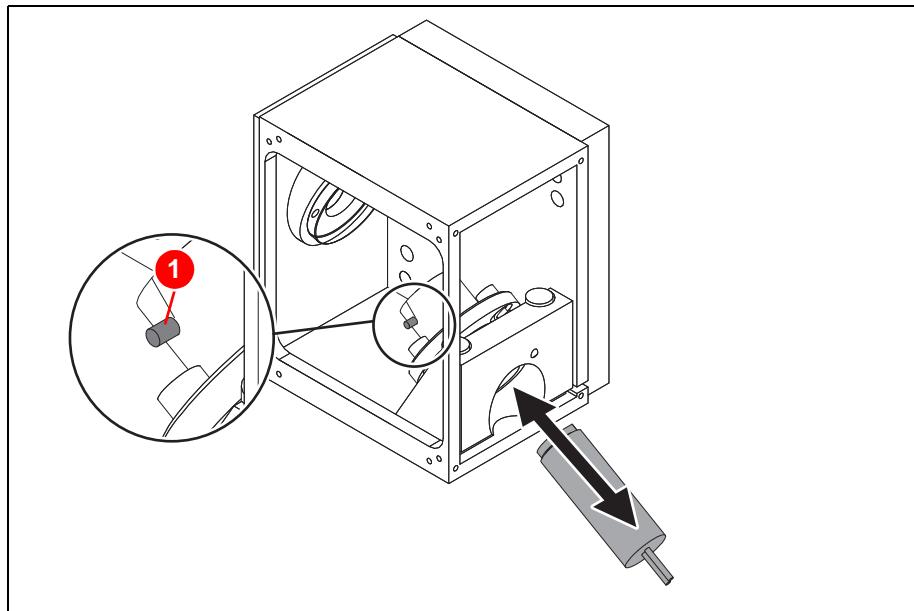
5. Anschlussstecker des Positionierlasers (-X38) (1) ([Abbildung 3.28](#)) abziehen.
6. Befestigungsschrauben (2) des Positionierlasergehäuses lösen; Gehäuse von den Passstiften ziehen.

<sup>1)</sup> Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp



**Abbildung 3.29** Positionierlaser – 3

7. Seitliche Abdeckung des Positionierlasergehäuses nach dem Lösen der vier Befestigungsschrauben abnehmen.



**Abbildung 3.30** Positionierlaser – 4



### VORSICHT

#### **Beschädigungsgefahr!**

Ein beim Wiedereinbau zu tief eingeschobener Positionierlaser kann durch den Laserstrahl beschädigt werden!

- Vor dem Ausbau des Positionierlasers dessen genaue Einbautiefe messen!
- Messwert notieren.

8. Positionierlaser nach Lösen der Madenschraube (1) ([Abbildung 3.30](#)) vorsichtig herausziehen.

## Demontage und Montage von Komponenten

### Laserkopf

9. Neuen Positionierlaser am Anschlussstecker (-X38) einstecken.
10. System einschalten, Software (LaserConsole) hochlaufen lassen und den Positionierlaser einschalten.

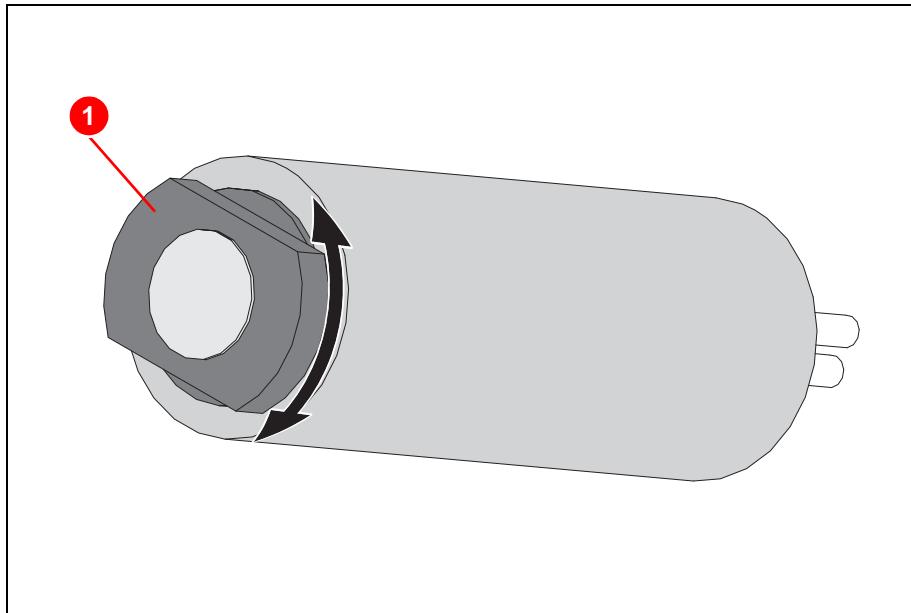


Abbildung 3.31 Positionierlaser – 5

11. Mit der Messingschraube (1) (Abbildung 3.31) den roten Laserstrahl auf eine etwa 1,5 m bis 2 m entfernte weiße Fläche richten und an der Messingschraube so lange drehen, bis der minimale Durchmesser des Laserstrahls erreicht wird.
12. Reinigungszustand des Einkoppelspiegels im Positionierlasergehäuse prüfen. Bei Bedarf Reinigung durchführen oder austauschen (siehe Punkt 3.1.11, Seite 3-33).
13. Leistungsmessung ohne eingebautes Positionierlasergehäuse durchführen.
14. Neuen Positionierlaser in das Gehäuse einsetzen und festschrauben.



#### VORSICHT

##### Beschädigungsgefahr!

Ein zu tief eingeschobener Positionierlaser kann durch den Laserstrahl beschädigt werden!

- Beim Wiedereinbau die vorher gemessene Einbautiefe einhalten!

15. Seitliche Abdeckung des Positionierlasergehäuses anschrauben.



#### HINWEIS

Auf seitenrichtigen Einbau der Abdeckung achten. Bei falschem Einbau wird der Laserstrahl abgeschaltet.

16. Positionierlasergehäuse im Laserkopf montieren.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

*Beschädigte Kabel und Leitungen führen zu Funktionsstörungen.*

- *Anschlussleitungen des Positionierlasers beim Einbau nicht quetschen, einklemmen oder abscheren!*
  - *Darauf achten, dass die Anschlussleitungen fixiert sind, so dass sie nicht vom Laserstrahl beschädigt werden können.*
- 

17. Leistungsmessung durchführen. Bei Leistungsverlusten Reinigungszustand nochmals prüfen und Reinigung bei Bedarf wiederholen.
18. Justage des Positionierlasers kontrollieren, ggf. Justage durchführen.
19. Abdeckung des Positionierlasergehäuses montieren.
20. Strahlverrohrung einbauen und auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.
21. Strahlaufweitung mit Halterung wieder einbauen; auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

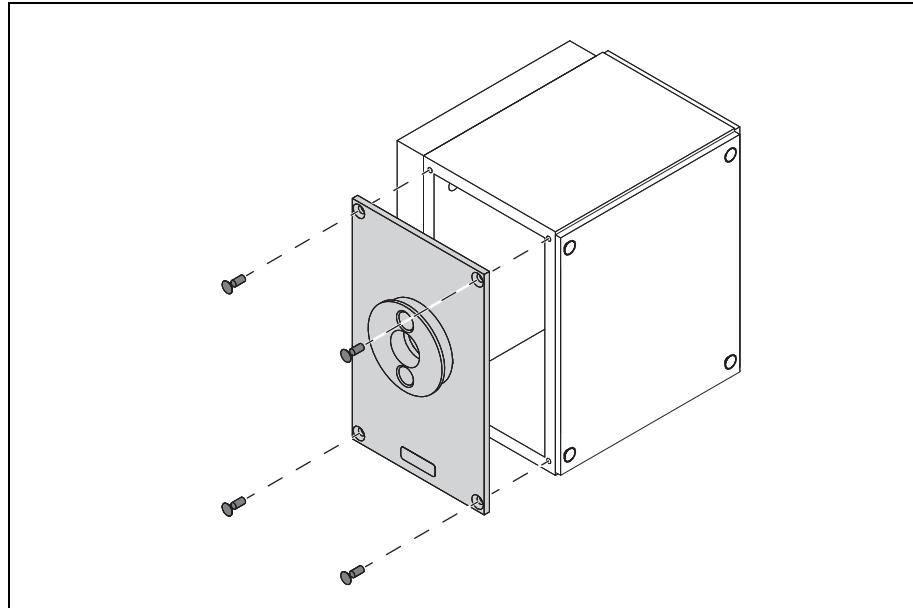
*Beschädigte Kabel und Leitungen führen zu Funktionsstörungen.*

- *Kabel und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!*
- 

22. Einstellung der Strahlaufweitung kontrollieren.
23. Positionierlaser im Feld prüfen.
24. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
25. Laseranlage in Betrieb nehmen.

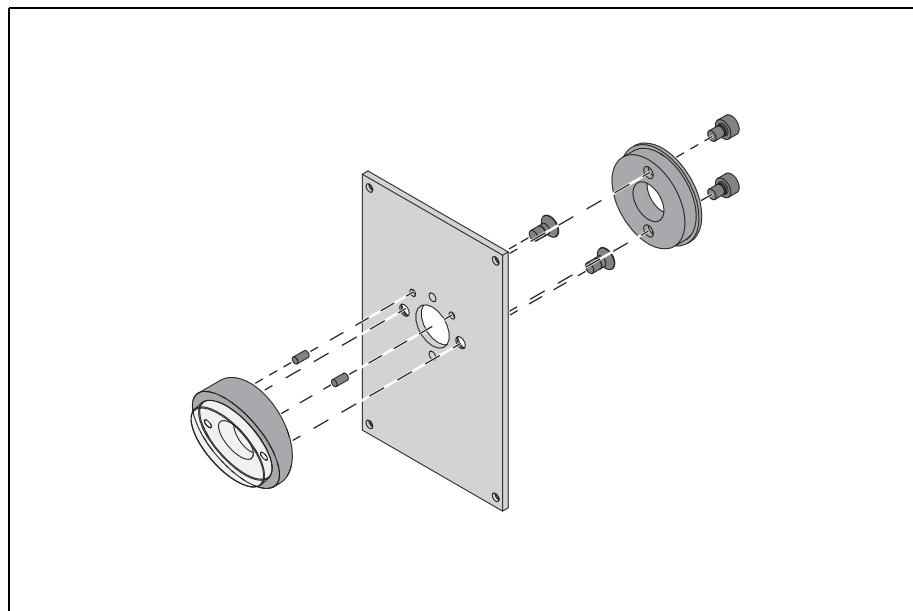
### 3.1.11 Einkoppelspiegel Positionierlasergehäuse

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Strahlverrohrung des Laserkopfes ausbauen.



**Abbildung 3.32 Einkoppelspiegel Positionierlasergehäuse – 1**

3. Seitliche Abdeckung des Positionierlasergehäuses nach dem Lösen der vier Befestigungsschrauben abnehmen.



**Abbildung 3.33 Einkoppelspiegel Positionierlasergehäuse – 2**

4. Leistungsmessung durchführen.
5. Einkoppelspiegel demontieren.
6. Reinigungszustand des Einkoppelspiegels prüfen und Reinigung bei Bedarf durchführen bzw. Einkoppelspiegel tauschen.
7. Einkoppelspiegel montieren.

8. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen.
9. Strahlverrohrung einbauen und auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.
10. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
11. Laseranlage in Betrieb nehmen.

### 3.1.12 Strahlabsorber / Leistungsmesskopf

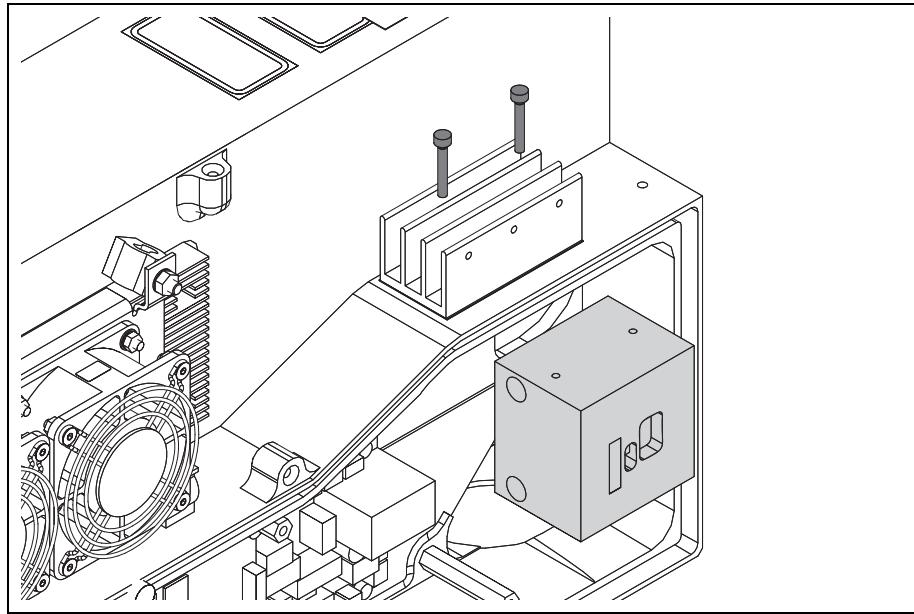


Abbildung 3.34 Strahlabsorber / Leistungsmesskopf



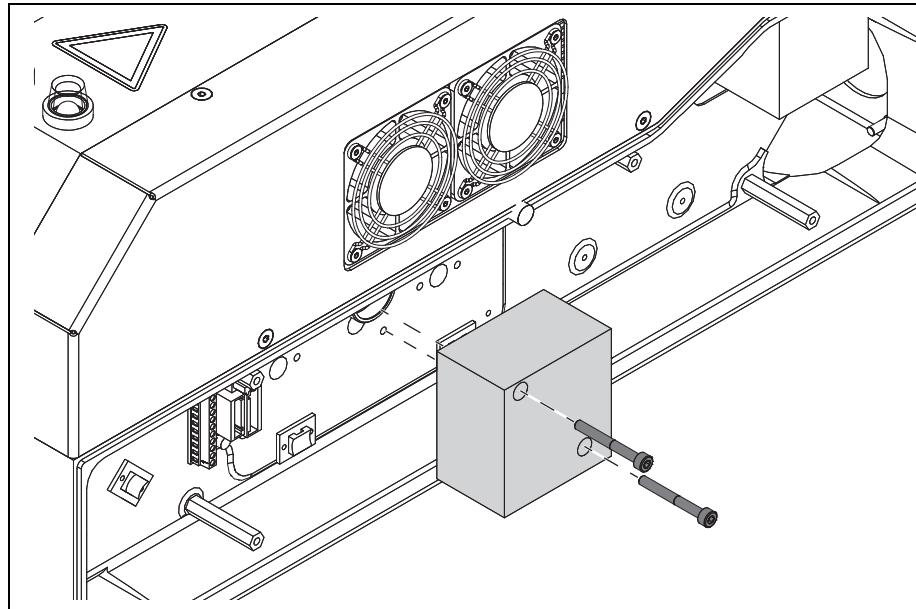
#### WARNUNG

##### Laserstrahlung!

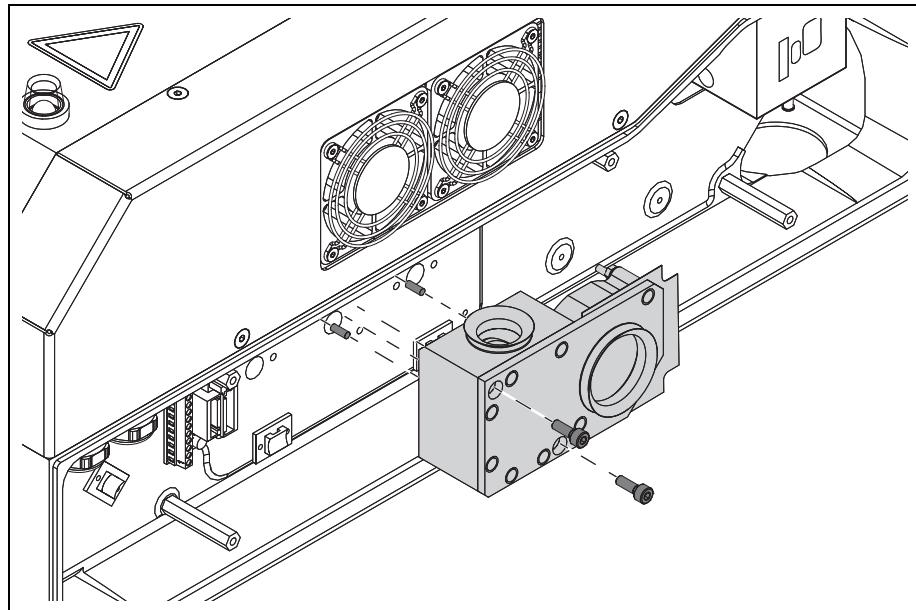
Unfall-/Verletzungsgefahr durch Laserstrahlung! Laserstrahl tritt bei demontiertem Strahlabsorber aus der Streulinse aus!

- Muss die Laseranlage mit demontiertem Strahlabsorber für weitere Wartungsarbeiten eingeschaltet werden, sind Laserschutzmaßnahmen zu ergreifen!

### 3.1.13 Strahlabsorber externer Modulator



**Abbildung 3.35** Strahlabsorber externer Modulator (passive Version)



**Abbildung 3.36** Strahlabsorber externer Modulator (aktive Version)



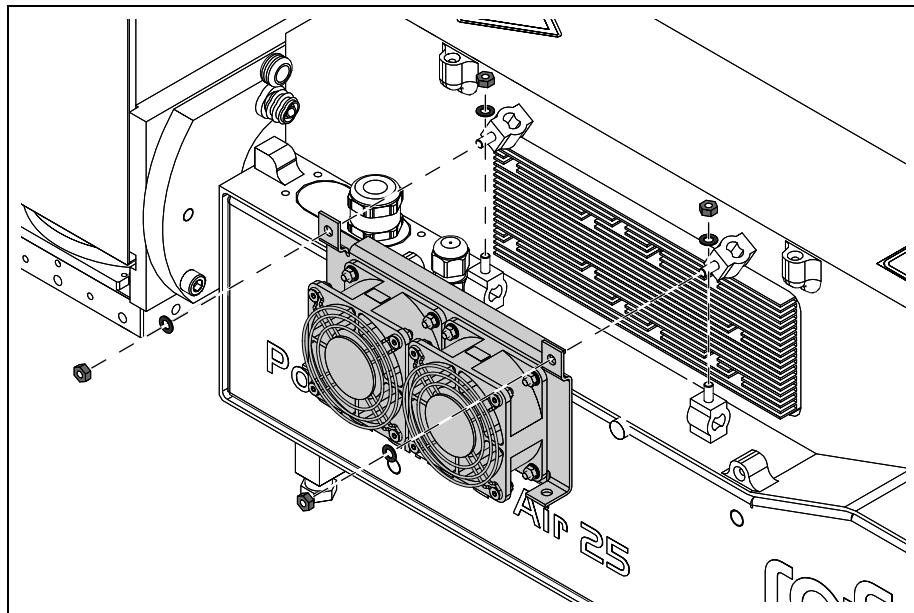
#### **WARNING**

##### **Laserstrahlung!**

*Unfall-/Verletzungsgefahr durch Laserstrahlung! Bei Lasern mit externem Modulator wird der Strahl 1. Ordnung bei „Strahl aus“ in den Absorber gelenkt!*

- Muss die Laseranlage mit demontiertem Strahlabsorber für weitere Wartungsarbeiten eingeschaltet werden, sind Laserschutzmaßnahmen zu ergreifen!*

### 3.1.14 Lüfter Laserkopf



**Abbildung 3.37 Lüfter Laserkopf**

1. Lüfterabdeckung des Laserkopfes demontieren.
2. Kabelverschraubung der Lüfterleitungen öffnen.
3. Lüfterleitungen abklemmen und einzeln durch die Kabelverschraubung ziehen.



#### HINWEIS

*Leitungen unbedingt einzeln ziehen, um die Kabelmarkierungen nicht von den Leitungen abzuziehen.*

4. Verschraubungen der Lüfterplatte lösen.



#### HINWEIS

*Mit einer geeigneten Zange gegenhalten, um die Gummipuffer nicht zu deformieren.*

5. Lüftereinheit bei Bedarf reinigen bzw. austauschen.



#### VORSICHT

**Funktionsstörungen möglich!**

*Eventuelle Vibrationen können das Beschriftungsergebnis negativ beeinflussen.*

- Gleichen Lüftertyp verwenden (Laufruhe)!



#### HINWEIS

*Auf korrekte Einbaulage (Strömungsrichtung) achten. Verschmutzungsgrad der Kühlrippen des Kühlkörpers ebenfalls kontrollieren und bei Bedarf mit einer weichen Bürste/ Pinsel reinigen.*

6. Lüfterplatte montieren und festschrauben.



### **HINWEIS**

*Mit einer geeigneten Zange gegenhalten, um die Gummipuffer nicht zu deformieren.*

---



### **VORSICHT**

**Funktionsstörungen möglich!**

*Eventuelle Vibrationen können das Beschriftungsergebnis negativ beeinflussen.*

- Gummipuffer keinesfalls durch starre Materialien ersetzen!
- 

7. Lüfterleitungen einzeln durch die Kabelverschraubung ziehen und anklammern.
8. Kabelverschraubung festschrauben.
9. Kollisionsfreiheit der Rotoren kontrollieren. Zur Funktionskontrolle Netzstecker einstecken und Hauptschalter des Versorgungseinschubes einschalten.
10. Hauptschalter wieder ausschalten.
11. Lüfterabdeckung montieren und sämtliche Befestigungsschrauben festziehen.



### **HINWEIS**

*Auf korrekte Lage der Gummidurchführung der Anschlussleitung des Galvokopfes achten.*

---

## 3.2 Versorgungseinschub

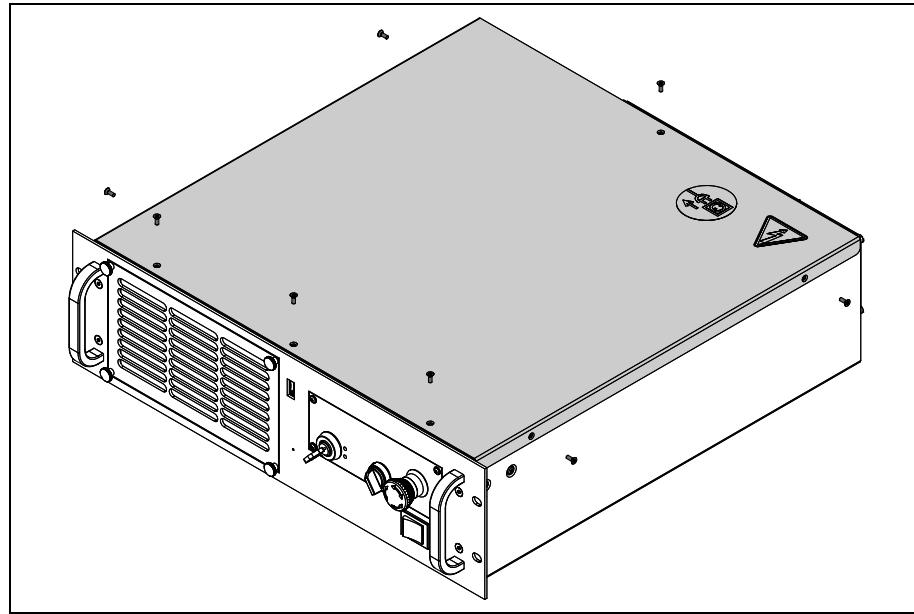
### 3.2.1 Komponenten des Versorgungseinschubes

Bezeichnung	Komponente
Allgemeine Komponenten	
M1	Lüfter
M1a	Drehzahlregelung Lüfter
K9	Not-Halt-Relais
Spannungsversorgungen	
G1	24 V / 500 W (TEC 1+2)
G2	24 V / 500 W (Dioden + HF-Treiber)
G3	Galvo / +15 V
G4	Galvo / -15 V
A2	Dioden / 6 V / 80 A (Stromquelle)
Leiterplatten	
A1	LSC XXX mit SSC
A3	Mini-ITX (CPU)
A3.11	SO-DIMM RAM
A3.2	SSD 60 GB mSATA
A3.3	SSD 60GB; 1,8“, SATA
A4	ALI-USB
A4.1	ALI-USB-Opto 100
A8	Verteiler Rückwand
A12	DC/DC-Wandler (24V->19V)
A17	Verteiler Galvo 2
Pumpmodul-Komponenten	
A5	Laserdiode(n) mit integriertem NTC
A7	HF-Treiber HG 29-40
A7a	HF-Treiber HG 29-80 (PL-E Air ITX-EM)
A9	Laserdioden-Schutz
A11	Peltier Controller
A18	Verteiler
M2 / 3	Lüfter

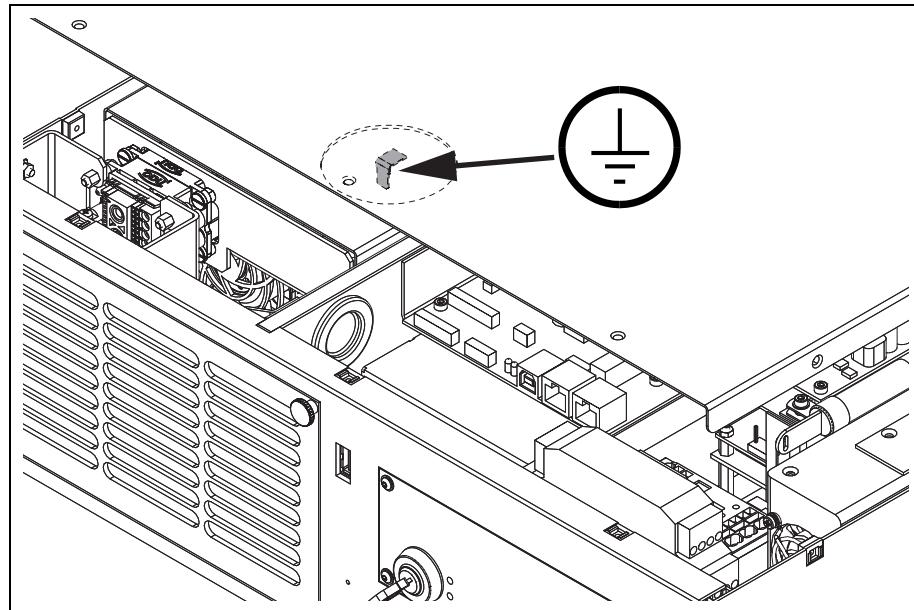
## **Demontage und Montage von Komponenten**

### Versorgungseinschub

#### **3.2.2 Abdeckungen allgemein**



**Abbildung 3.38** Abdeckung Einschub



**Abbildung 3.39** Schutzleiteranschluss Abdeckung Einschub

### 3.2.3 Pumpmodul



#### VORSICHT

##### **Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EGB)!**

Elektrostatisch gefährdete Bauelemente können bei falscher Handhabung beschädigt werden. Mit dem vorgeschriebenen Trennen der Netzverbindung vor dem Öffnen des Versorgungseinschubes wird auch die Schutzleiterverbindung getrennt.

- Arbeiten dürfen nur nach vorherigem Potentialausgleich durchgeführt werden!
- Vor Arbeiten an Dioden ist das Pumpmodul mit geeigneten Mitteln zu erden!
- Die externe Erdungsleitung muss an einer gekennzeichneten PE-Klemme des Pumpmoduls und an einer gekennzeichneten PE-Klemme im Anlagenbereich erfolgen!
- Der korrekte Potentialausgleich ist messtechnisch zu kontrollieren!
- Der Anschluss des EGB-Handgelenkbandes hat anschließend an einer PE-Klemme des Pumpmoduls zu erfolgen!
- Sämtliche Personen, die an Diodenmodulen arbeiten, müssen die Maßnahmen zum Schutz elektrostatisch gefährdeter Bauelemente (EGB) einhalten!
- Der Arbeitsbereich ist abzusichern!

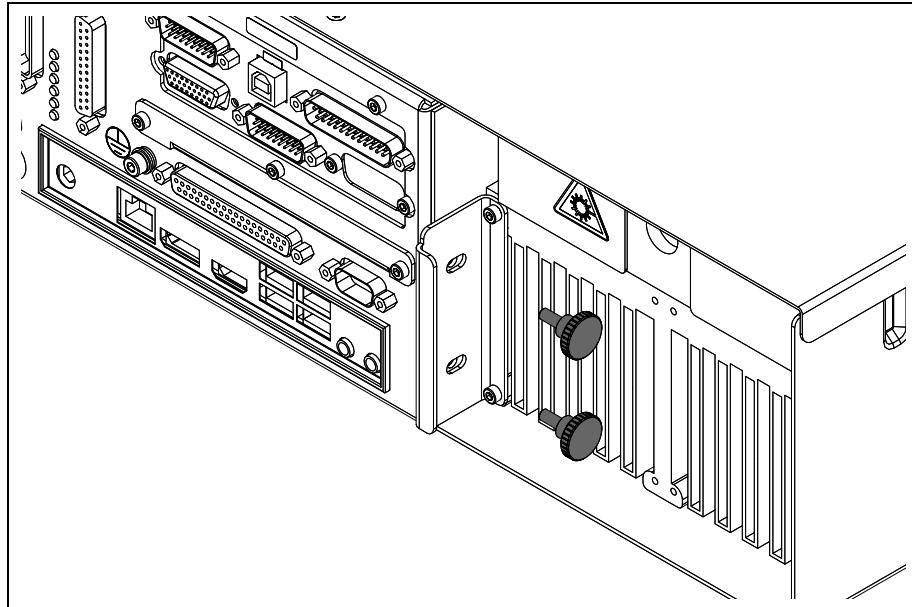
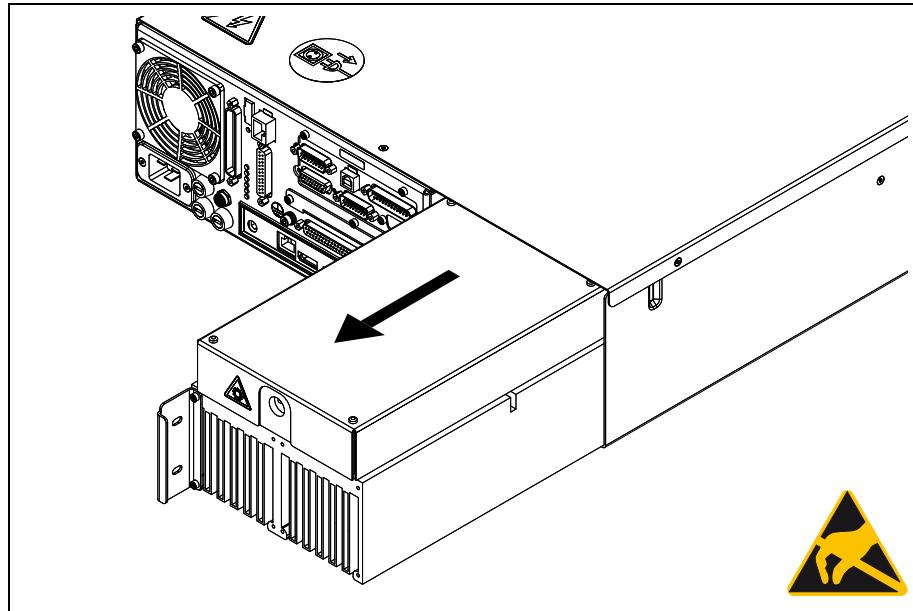


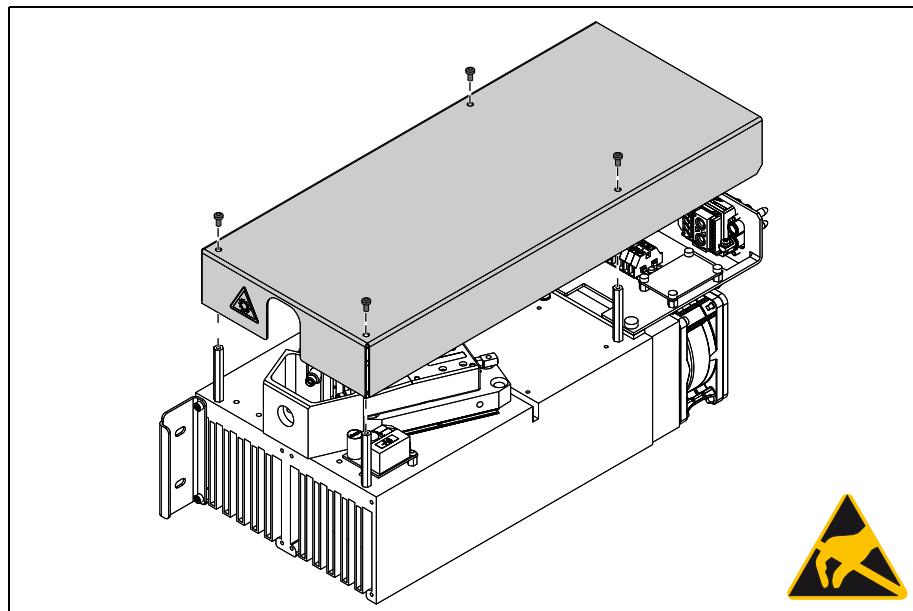
Abbildung 3.40 Pumpmodul – 1

## **Demontage und Montage von Komponenten**

### Versorgungseinschub



**Abbildung 3.41** Pumpmodul – 2



**Abbildung 3.42** Abdeckung Pumpmodul

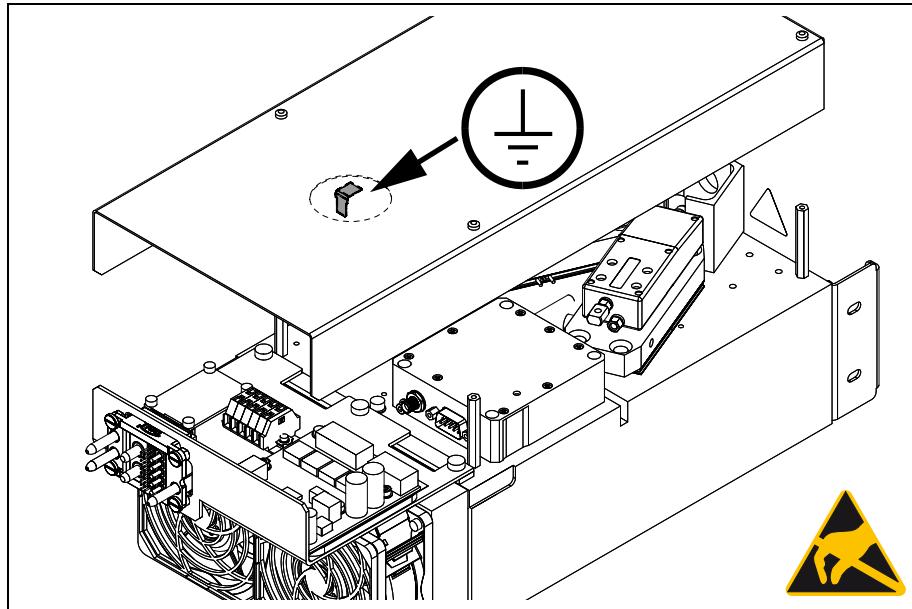


Abbildung 3.43 Schutzleiteranschluss Abdeckung Pumpmodul

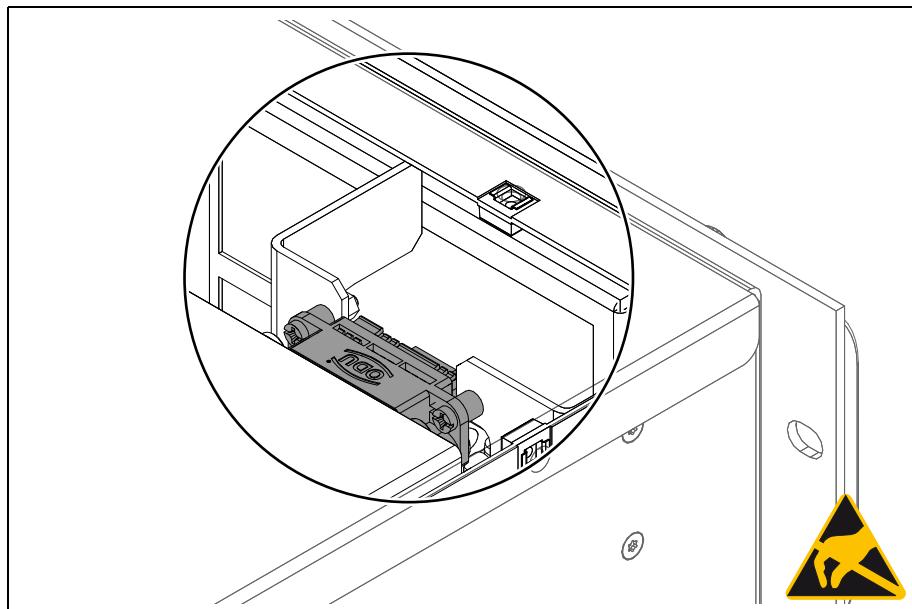


Abbildung 3.44 Pumpmodul montieren



### HINWEIS

Pumpmodul bis zum Anschlag einschieben, so dass der Stecker (siehe Abbildung 3.44) einrastet. Pumpmodul mittels Arretierschrauben fixieren.

### 3.2.4 Dioden



#### **VORSICHT**

##### **Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EGB)!**

Elektrostatisch gefährdete Bauelemente können bei falscher Handhabung beschädigt werden. Mit dem vorgeschriebenen Trennen der Netzverbindung vor dem Öffnen des Versorgungseinschubes wird auch die Schutzleiterverbindung getrennt.

- Der Wechsel von Diodenmodulen darf nur nach vorherigem Potentialausgleich durchgeführt werden!
  - Vor Arbeiten an Dioden ist der Versorgungseinschub mit geeigneten Mitteln zu erden!
  - Die externe Erdungsleitung muss an einer gekennzeichneten PE-Klemme des Versorgungseinschubes und an einer gekennzeichneten PE-Klemme im Anlagenbereich erfolgen!
  - Der korrekte Potentialausgleich ist messtechnisch zu kontrollieren!
  - Der Anschluss des EGB-Handgelenkbandes hat anschließend an einer PE-Klemme des Versorgungseinschubes zu erfolgen!
  - Vorher darf kein Abklemmen von Diodenmodulen erfolgen!
  - Sämtliche Personen, die an Diodenmodulen arbeiten, müssen die Maßnahmen zum Schutz elektrostatisch gefährdeter Bauelemente (EGB) einhalten!
  - Der Arbeitsbereich ist abzusichern!
  - Gilt auch für Arbeiten am ESD-Relais -A9 ([siehe Punkt 3.2.21, Seite 3-81](#)).
- 



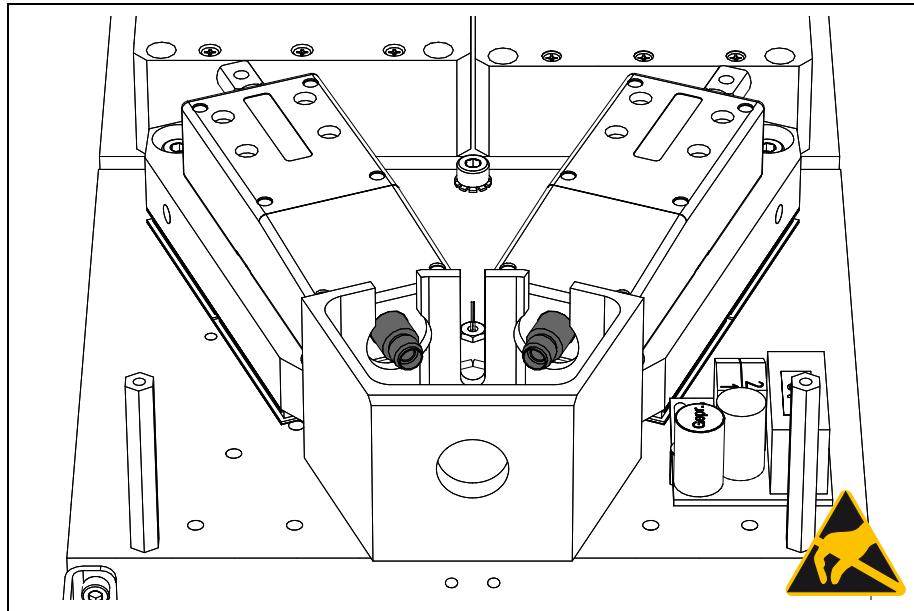
#### **VORSICHT**

##### **Beschädigungsgefahr!**

Das Berühren der Anschlussklemmen kann bei entfernten Anschlussleitungen zum Zerstören der Diode führen!

- Die Diode ist unmittelbar nach dem Abklemmen durch eine nach den entsprechenden ESD-Vorschriften ausgestattete Person kurzzuschließen!
- 

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.
2. Abdeckung des Pumpmoduls entfernen.
3. Versorgungseinschub erden.
4. Erdungsarmband anlegen und Klemme des Erdungskabels an einem mit  $\oplus$  gekennzeichneten Anschluss im Versorgungseinschub sicher befestigen.

**Abbildung 3.45** Glasfaserleitungen abziehen

5. Glasfaserleitung(en) nach vorherigem Lösen der Überwurfmutter von der Diode abziehen.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

Glasfaserleitungen können durch Werkzeugeinsatz beschädigt werden.

- Kein Werkzeug verwenden!



### **HINWEIS**

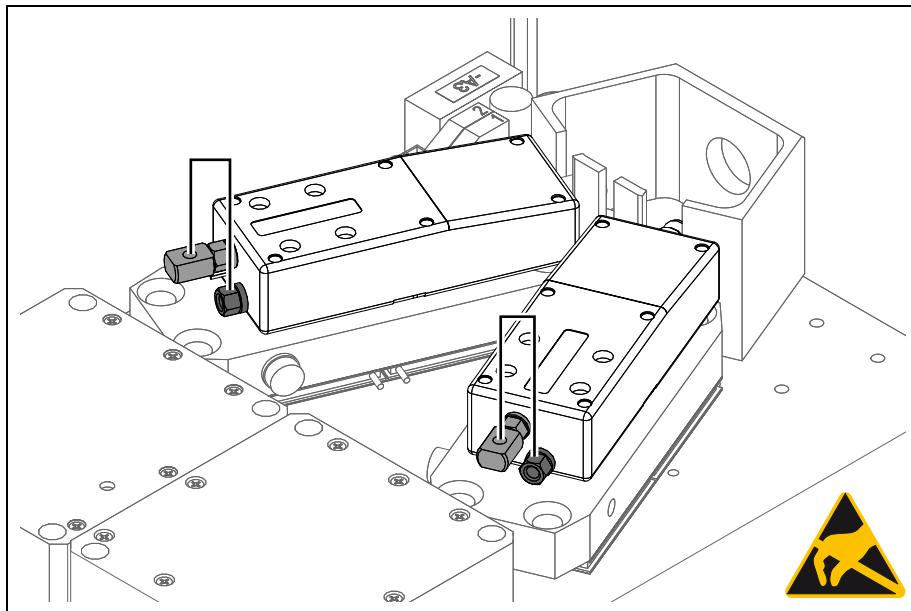
Bei Lasern mit zwei Dioden ist zu kennzeichnen, an welchem Anschluss die jeweilige Glasfaser angeschlossen war. Dadurch wird ein Verwechseln ausgeschlossen, das zu Fehlfunktionen führen kann. **Bei Lasern mit zwei Dioden sind die Diodenmodule immer paarweise zu wechseln.**

6. Staubschutzkappen an die Glasfasern und die Anschlüsse der Diodenmodule anbringen.
7. Kurzschlussbrücken bereitlegen.



### **HINWEIS**

Beutel mit Staubschutzkappen und Kurzschlussbrücken sind im Lasersystem befestigt (siehe Seite 3-1). Die Beutel mit den Staubschutzkappen und Kurzschlussbrücken nach Beenden der Arbeiten wieder dort befestigen.



**Abbildung 3.46** Diodenmodule kurzzuschließen

8. Kurzschlussbrücken an die Gehäuse der Diodenmodule schrauben (maximales Anzugsdrehmoment: **10 Ncm**).
9. Diodenmodul abklemmen und Kurzschlussbrücke an die Anschlussklemme schrauben (maximales Anzugsdrehmoment: **10 Ncm**).

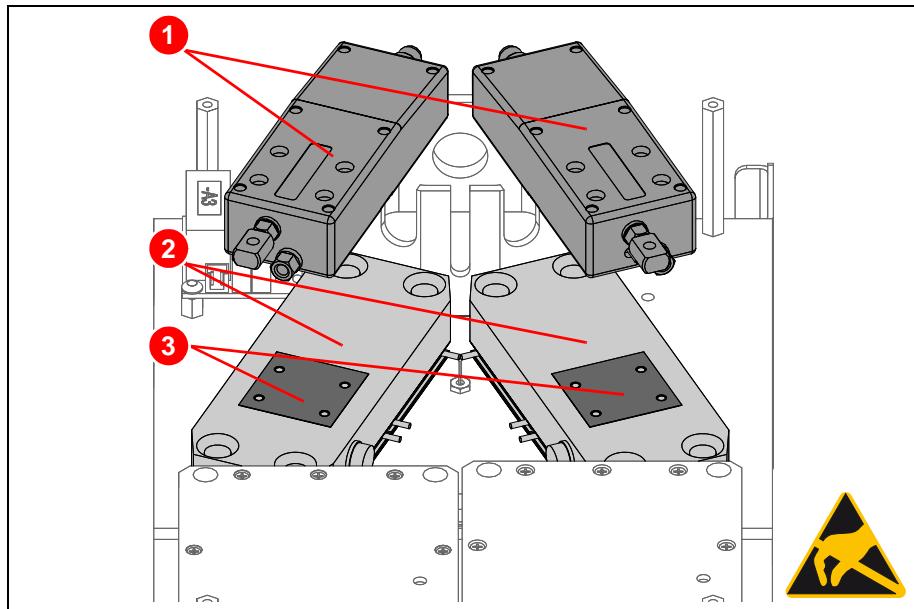


### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

*Bei Lasern mit zwei Dioden kann ein Berühren der Anschlussklemmen der zweiten Diode ohne angelegten Potentialausgleich zum Zerstören der Diode führen!*

- Sämtliche Personen, die an Diodenmodulen arbeiten, müssen die Maßnahmen zum Schutz elektrostatisch gefährdet Bauelemente (EGB) einhalten!
- Die Diode ist unmittelbar nach dem Abklemmen durch eine nach den entsprechenden ESD-Vorschriften ausgestattete Person kurz zuschließen!

**Abbildung 3.47** Diodenmodule ausbauen

10. Befestigungsschrauben des Diodenmoduls lösen.
11. Diodenmodul(e) (1) ([Abbildung 3.47](#)) ausbauen.
12. Das Austauschset „Diodenmodul“ bereitlegen.

Inhalt:

- Diodenmodul
- Gewindestütze (Ersatz)
- Kabelbinder
- Kurzanleitung



### HINWEIS

*Das Austauschset wird systemabhängig von ROFIN-SINAR zugesandt. Artikelnummer des ausgebauten Moduls mit dem Neuen vergleichen. Bei evtl. Rückfragen ist sich an ROFIN-SINAR zu richten.*

Lasertyp	Artikelnummer Austauschset
PL-E AIR 10/25/30	101119309
PL-E AIR 25EM	101130232

13. Kühlfläche(n) (2) mit Isopropanol und Linsenreinigungspapier säubern.



### HINWEIS

*Die elektrisch isolierenden Wärmeleitplatten (3) ([Abbildung 3.47, Seite 3-46](#)) sind fest mit dem Kupferblock verbunden!*



### **VORSICHT**

#### **Gefahr von Kurzschlägen!**

Sind die elektrisch isolierenden Wärmeleitplatten beschädigt, besteht Kurzschlussgefahr!

- Wärmeleitplatten nicht beschädigen oder entfernen!
  - Der Kupferblock und die elektrischen Kontaktpunkte/-flächen der Diodenmodule dürfen nicht verbunden werden.
- 

14. Zustand der Gewindestütze im Kupferblock kontrollieren!
15. Kühlfläche des neuen Diodenmoduls mit Isopropanol und Linsenreinigungspapier säubern.
16. Vor Einbau des Diodenmoduls kontrollieren, dass sich die korrekte Artikelnummer am Diodenmodul befindet.
17. Diodenmodul(e) unter Beachtung der Hersteller-Betriebsanleitung einsetzen.
18. Befestigungsschrauben der Diodenmodule leicht anziehen.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

Längere Schrauben können die Kühlfläche beschädigen!

- Immer die dem Austauschset beiliegenden Befestigungsschrauben verwenden!
- 

19. Befestigungsschrauben über Kreuz mit einem maximalen Anzugsdrehmoment von **25 Ncm** festziehen.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

Ein höheres Anzugsdrehmoment führt zum Zerstören der Gewindestütze im Kupferblock!

- Maximales Anzugsdrehmoment beachten.
- 

20. Kurzschlussbrücke vom Anschluss der Diode entfernen und Diodenmodul anschließen (Minus-Brücke einsetzen, maximale Anzugsdrehmomente: **75 Ncm**). Mit Federring gegen Lockern sichern.



### **VORSICHT**

#### **Gefahr durch Übergangswiderstände!**

Lockere Verbindungen führen zu hohen Übergangswiderständen und können Schäden verursachen.

- Wegen Übergangswiderständen keine Beilagscheiben oder Sonstiges zwischen Kabelschuh und Kühlplatte/Anschluss verwenden.
- 

21. Kurzschlussbrücken von den Gehäusen der Diodenmodule abschrauben.
22. An beiden Diodenmodulen prüfen, dass die Anschlüsse kurzschlussfrei und nicht mit dem Kupferblock verbunden sind.

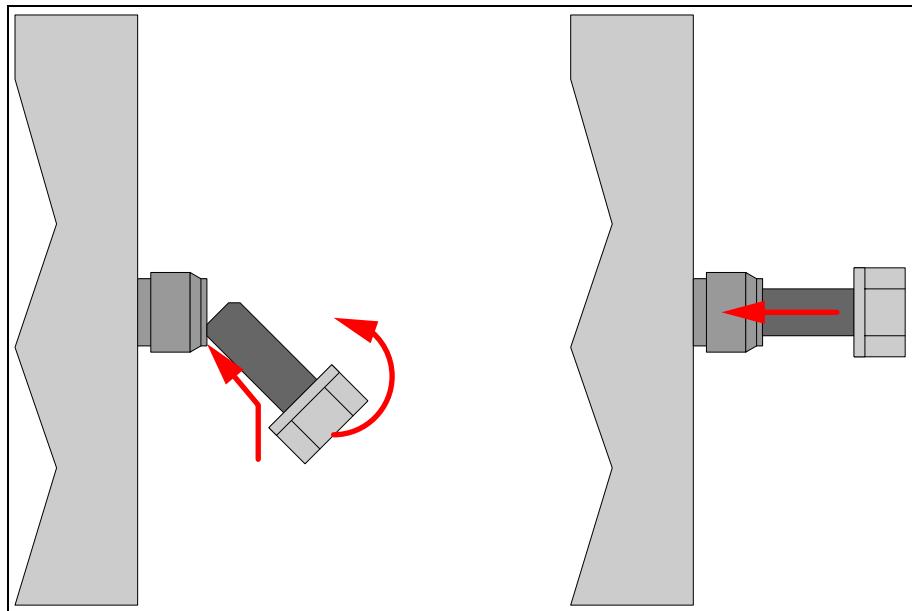


Abbildung 3.48 Glasfaserleitungen anschließen

23. Staubschutzkappen von den Diodenmodulen und den Glasfaserleitungen entfernen und Glasfasern anschließen (Hersteller-Betriebsanleitung beachten).
- Schutzkappen vom Faserende und von der Faserbuchse vorsichtig entfernen.
  - Faser vorsichtig in die Faserbuchse stecken.
  - Faserstecker schräg an die Faserbuchse ansetzen und ihn dann in die Buchse stecken (siehe Abbildung 3.48).
  - Überwurfmutter des Fasersteckers auf die Faserbuchse drehen.
  - Überwurfmutter mit einem Gabelschlüssel vorsichtig festdrehen (maximales Anzugsdrehmoment: **90 Ncm**).



### VORSICHT

#### Beschädigungsgefahr!

*Wird der Faserstecker zu fest angezogen, besteht die Gefahr, dass das Diodenlasermodul beschädigt wird!*

- Die Verwendung eines Drehmomentwerkzeuges wird ausdrücklich empfohlen.



### HINWEIS

*Bei Lasern mit zwei Dioden auf den richtigen Anschluss der jeweiligen Glasfasern achten. Den Beutel mit den Staubschutzkappen und Kurzschlussbrücken nach Beenden der Arbeiten wieder im Pumpmodul befestigen.*

24. Shutter gegen Einschalten sichern.
25. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.
26. Laseranlage für ca. zehn Minuten bei maximalem Strom in Betrieb nehmen.
27. Temperatur der Koppelstellen zwischen Diodenmodulen und Glasfasern prüfen (**max. 60 °C**).



### HINWEIS

*Bei Überschreiten der Maximaltemperatur ist der Anschluss der Glasfaser zu prüfen. Ggf. ist das Diodenmodul erneut oder die Glasfaser zu tauschen.*

## **Demontage und Montage von Komponenten**

### Versorgungseinschub

---

- 28.** Korrekten Diodenstrom kontrollieren. Vergleich mit programmiertem Strom (max. Abweichung **±0,5 A**).
- 29.** Abdeckungen des Pumpmoduls und des Versorgungseinschubes montieren.
- 30.** Versorgungseinschub zurückschieben und befestigen.
- 31.** Laserleistung am Werkstück überprüfen/messen ([siehe Punkt 4.6.3, Seite 4-23](#)). Ggf. Fehlersuche durchführen.
- 32.** Betriebsstunden der Laseranlage und Zeitpunkt des Diode Wechsels in das Logbuch eintragen.
- 33.** Laserleistung über die Strombegrenzung (LaserConsole) einstellen.
- 34.** Laseranlage in Betrieb nehmen.

### 3.2.5 Glasfaserleitungen



#### VORSICHT

##### **Verschmutzungsgefahr!**

Funktionsstörungen durch verschmutzte Faserenden möglich.

- Bei der Arbeit mit offenen Faserenden ist unbedingt auf höchste Sauberkeit zu achten.



#### HINWEIS

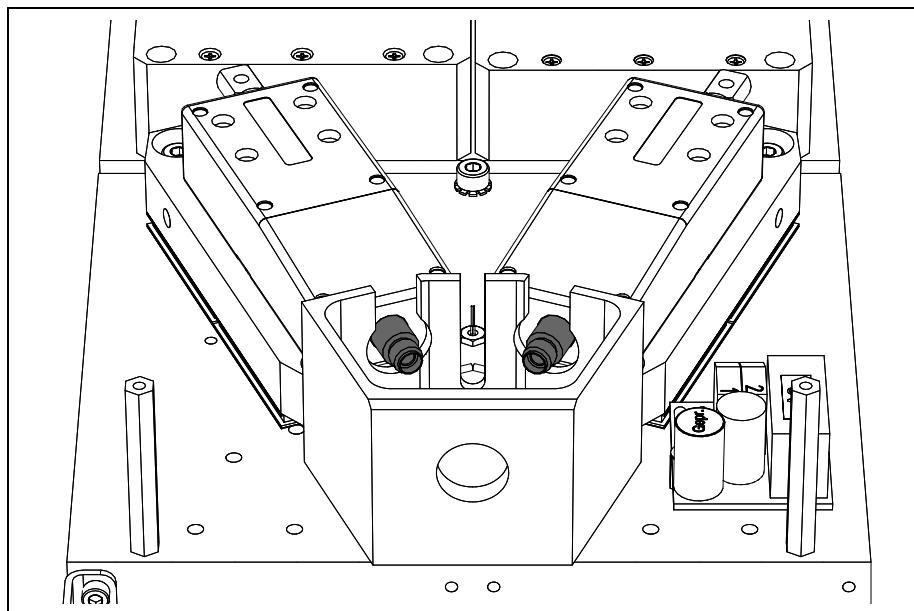
Bei ROFIN-SINAR ist ein Inspektionsgerät für die Faserendflächen erhältlich.



#### HINWEIS

Vor dem Wechsel von Glasfaserleitungen ist die Laserleistung mit dem Leistungsmessgerät nach dem Schutzglas am Galvokopf zu messen/zu kontrollieren ([siehe Punkt 4.6, Seite 4-16](#)). Dieser gemessene Wert ist in das Logbuch einzutragen.

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.
2. Abdeckung des Pumpmoduls entfernen.



**Abbildung 3.49** Glasfaserleitungen von den Diodenmodulen abziehen

3. Glasfaserleitung(en) nach vorherigem Lösen der Überwurfmutter von der Diode abziehen.



#### VORSICHT

##### **Beschädigungsgefahr!**

Glasfaserleitungen können durch Werkzeugeinsatz beschädigt werden.

- Kein Werkzeug verwenden!

4. Staubschutzkappen an die Glasfasern und die Anschlüsse der Diodenmodule anbringen.



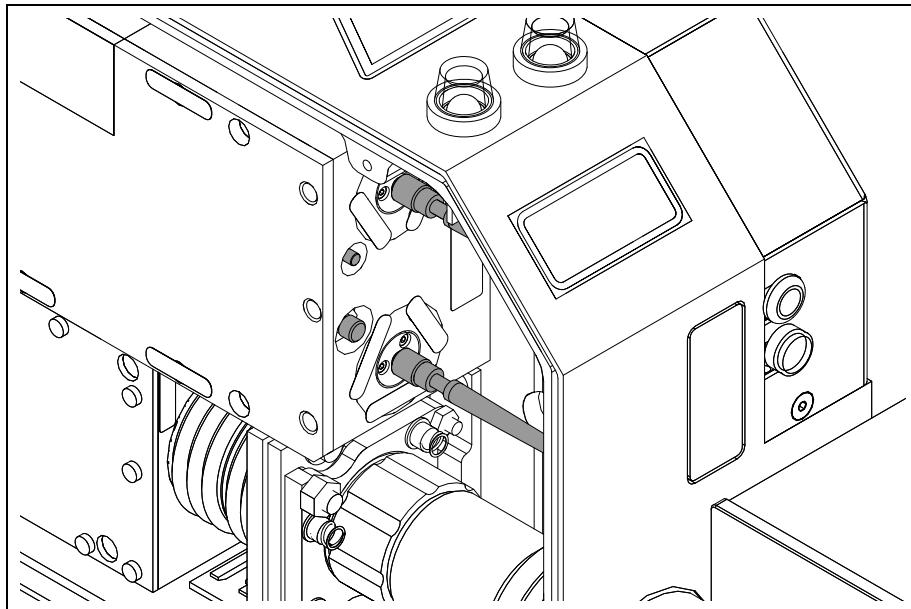
### **HINWEIS**

*Beutel mit Staubschutzkappen sind im Lasersystem befestigt (siehe Seite 3-1). Die Beutel mit den Staubschutzkappen nach Beenden der Arbeiten wieder dort befestigen.*



### **HINWEIS**

*Kennzeichnen, an welchem Anschluss welche Glasfaser angeschlossen war. Dadurch wird ein Verwechseln ausgeschlossen, das zu Fehlfunktionen führen kann.*



**Abbildung 3.50** Glasfaserleitungen am Resonatormodul

5. Beide seitlichen Abdeckungen des Laserkopfes öffnen.
6. Glasfaserleitung nach vorherigem Lösen der Überwurfmutter langsam abziehen.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

*Glasfaserleitungen können durch Werkzeugeinsatz beschädigt werden.*

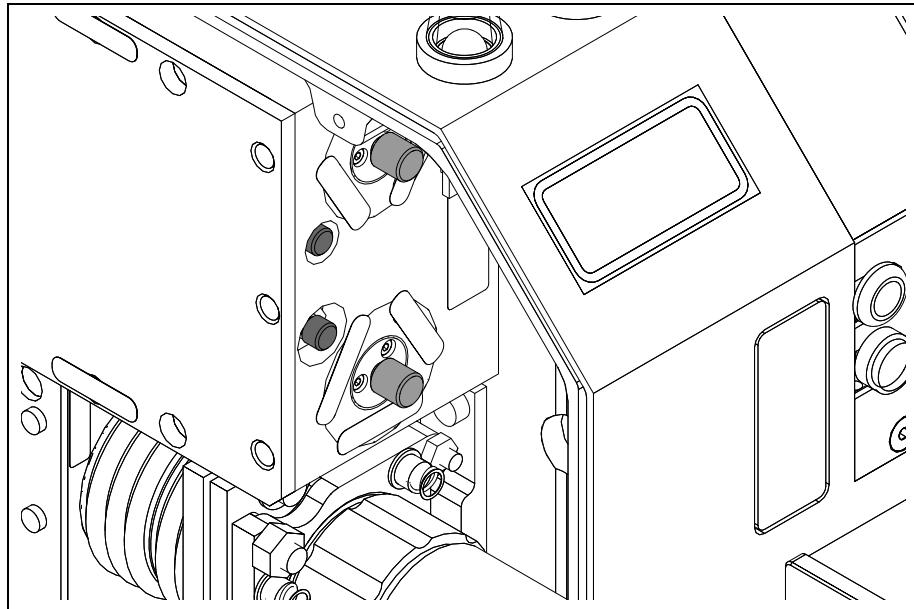
*– Kein Werkzeug verwenden!*



### **HINWEIS**

*Kennzeichnen, an welchem Anschluss welche Glasfaser angeschlossen war. Dadurch wird ein Verwechseln ausgeschlossen, das zu Fehlfunktionen führen kann.*

*Es sind ggf. beide Glasfaserleitungen auszubauen, da die Leitungen in gemeinsamen Halteklemmen verlegt sind.*

**Abbildung 3.51** Staubschutzkappen am Resonatormodul

7. Staubschutzkappen auf die Glasfasern und die Anschlüsse am Resonatormodul anbringen.



### **HINWEIS**

Beutel mit Staubschutzkappen sind im Lasersystem befestigt ([siehe Seite 3-1](#)). Die Beutel mit den Staubschutzkappen nach Beenden der Arbeiten wieder dort befestigen.



### **HINWEIS**

Insbesondere auf den korrekten Sitz der Staubschutzkappen der Glasfasern an der Resonatorseite achten, damit diese beim folgenden Ziehen mit dem Fädeldraht nicht abgezogen werden.

8. Wenn installiert, Faserfixierung aus den Halterungen oberhalb des Resonatormoduls ziehen, öffnen und Fasern entnehmen.
9. Glasfaserleitungen von der Lüfterseite des Laserkopfes auf die Resonatorseite zurückziehen.
10. Glasfaserleitungen aus den Halteklemmen entnehmen und aufrollen.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr der Glasfaserleitungen!**

Bei unsachgemäßer Handhabung können Glasfaserleitungen beschädigt werden.

- Glasfaserleitungen nicht knicken, torsionsfrei aufrollen Fasern keinen Stoß- und Zugbelastungen aussetzen.
- Glasfaser nicht verschmutzen (Kontakt mit Staub ausschließen, nicht auf den Boden gelangen lassen)!

11. Fädeldraht an die Staubschutzkappe an der Resonatorseite knoten.



### **HINWEIS**

Bei Glasfaserleitungen mit separatem Typenschild ist dieses mit geeignetem Klebeband zu fixieren, um ein Verrutschen zu verhindern.

12. Wellrohr zwischen Laserkopf und Versorgungseinschub gerade auslegen.
13. Glasfaser vorsichtig in Richtung Versorgungseinschub ziehen und Glasfaser aufrollen.



### **HINWEIS**

*Keine Gewalt anwenden! Fädeldraht nachführen!*

---

14. Neue Glasfaser dem versiegelten Transportbeutel entnehmen.
15. Fädeldraht von der herausgezogenen Glasfaserleitung entfernen.



### **HINWEIS**

*Fädeldraht unbedingt im Metallschlauch belassen!*

---

16. Fädeldraht an die neue Glasfaserleitung knoten.
17. Glasfaser am Fädeldraht vorsichtig in Richtung Laserkopf ziehen und Glasfaser abrollen.



### **HINWEIS**

*Keine Gewalt anwenden! Glasfaserleitung nachführen!*

---

18. Staubschutzkappe vom Diodenanschluss der Glasfaser entfernen.
  - Faserende nach unten halten.
  - Kappe mit einer drehenden Bewegung nach unten langsam abziehen, um Unterdruck zu vermeiden (Partikel können sich auf der Glasfaser absetzen).



### **HINWEIS**

*Verschmutzen der Staubschutzkappen verhindern.*

---

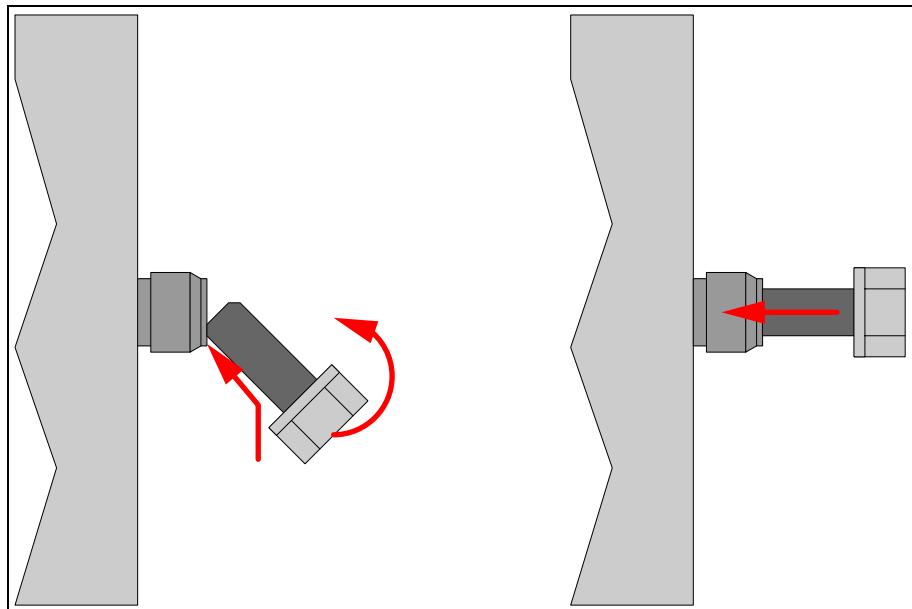


Abbildung 3.52 Glasfaserleitungen anschließen

19. Staubschutzkappen von den Diodenmodulen und den Glasfaserleitungen entfernen und Glasfasern anschließen (Hersteller-Betriebsanleitung beachten).
  - Schutzkappen vom Faserende und von der Faserbuchse vorsichtig entfernen.
  - Faser vorsichtig in die Faserbuchse stecken.
  - Faserstecker schräg an die Faserbuchse ansetzen und ihn dann in die Buchse stecken (siehe Abbildung 3.52).
  - Überwurfmutter des Fasersteckers auf die Faserbuchse drehen.
  - Überwurfmutter mit einem Gabelschlüssel vorsichtig festdrehen (maximales Anzugsdrehmoment: **90 Ncm**).



### VORSICHT

#### Beschädigungsgefahr!

*Wird der Faserstecker zu fest angezogen, besteht die Gefahr, dass das Diodenlasermodul beschädigt wird!*

- Die Verwendung eines Drehmomentwerkzeuges wird ausdrücklich empfohlen.

20. Ggf. zweite Glasfaser mit Hilfe eines Fädeldrahtes austauschen und anschließen.

21. Glasfaser in die Halteklemmen des Laserkopfes einlegen.



### VORSICHT

#### Beschädigungsgefahr!

*Bei unsachgemäßer Handhabung können Glasfaserleitungen beschädigt werden.*

- Glasfaser beim Einlegen nicht knicken, keine zu geringen Radien verlegen (**minimaler Biegeradius 80 mm**).



### HINWEIS

*Die Leitungslänge der Glasfaser ist technisch bedingt. Es ist eine entsprechende Anzahl von Windungen innerhalb des Laserkopfes zu verlegen.*



### **HINWEIS**

*Glasfaserleitung flach in die Halteklemmen legen. An engen Stellen Halteklemmen mit geeignetem Schraubendreher öffnen.*

---



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

*Bei unsachgemäßer Handhabung können Glasfaserleitungen beschädigt werden.*

- *Glasfaserleitung nicht mit dem Schraubendreher beschädigen!*
- 

**22.** Ggf. zweite Glasfaser einlegen.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

*Bei unsachgemäßer Handhabung können Glasfaserleitungen beschädigt werden.*

- *Fasern beim Einlegen in die Faserfixierung nicht beschädigen!*
  - *Auf die Fasern dürfen keinerlei Zugkräfte und Verspannungen einwirken!*
- 

**23.** Wenn installiert, Fasern in die Faserfixierung einlegen, Faserfixierung verschließen und in die Halterungen oberhalb des Resonatormoduls stecken.

**24.** Staubschutzkappen vom Faserende und vom Resonatormodul entfernen und die Faser in die Buchse des Resonatormoduls einführen.



### **HINWEIS**

*Darauf achten, dass die Führung der Faser in die Nut der Buchse sauber eingelegt ist.*

---

**25.** Überwurfmutter handfest anziehen.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

*Glasfaserleitungen können durch Werkzeugeinsatz beschädigt werden.*

- *Kein Werkzeug verwenden!*
- 



### **HINWEIS**

*Bei Lasern mit zwei Dioden auf den richtigen Anschluss der jeweiligen Glasfasern achten. Den Beutel mit den Staubschutzkappen und Kurzschlussbrücken nach Beenden der Arbeiten wieder im Lasersystem befestigen ([siehe Seite 3-1](#)).*

---

**26.** Shutter gegen Einschalten sichern.

**27.** Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

**28.** Laseranlage für ca. zehn Minuten bei maximalem Strom in Betrieb nehmen.

**29.** Temperatur der Koppelstellen zwischen Diodenmodulen und Glasfasern prüfen (**max. 60 °C**).



### **HINWEIS**

*Bei Überschreiten der Maximaltemperatur ist der Anschluss der Glasfaser zu prüfen. Ggf. ist das Diodenmodul erneut oder die Glasfaser zu tauschen.*

---

30. Korrekten Diodenstrom kontrollieren. Vergleich mit programmiertem Strom (max. Abweichung **±0,5 A**).
31. Abdeckungen des Pumpmoduls und des Versorgungseinschubes montieren.
32. Versorgungseinschub zurückschieben und befestigen.
33. Laserleistung am Werkstück überprüfen/messen ([siehe Punkt 4.6.3, Seite 4-23](#)). Ggf. Fehlersuche durchführen.
34. Betriebsstunden der Laseranlage und Zeitpunkt des Diodenwechsels in das Logbuch einzutragen.
35. Laserleistung über die Strombegrenzung (LaserConsole) einstellen.
36. Laseranlage in Betrieb nehmen.
37. Ausgebauter Glasfaser zur Reparatur an ROFIN-SINAR senden.



### HINWEIS

*Nach dem Wechsel von Glasfaserleitungen ist eine Vergleichsmessung der Laserleistung mit den gleichen Laserparametern wie vor dem Wechsel am gleichen Messpunkt durchzuführen. Es sollte eine Leistungserhöhung feststellbar sein.*

*Mit neuen Diodenmodulen, funktionierenden Glasfasern, funktionierendem Resonatormodul und einwandfreien optischen Komponenten sollten die Leistungswerte laut Tabelle „Lasertyp - Leistung“ auf [Seite 4-21](#) erreicht werden. Gemessene Werte sind in das Logbuch einzutragen.*

---



### HINWEIS

*Wird keine Leistungserhöhung festgestellt, ist die Leistung der Laserdioden am Faserrende zu messen ([siehe Punkt 4.6.9, Seite 4-33](#)).*

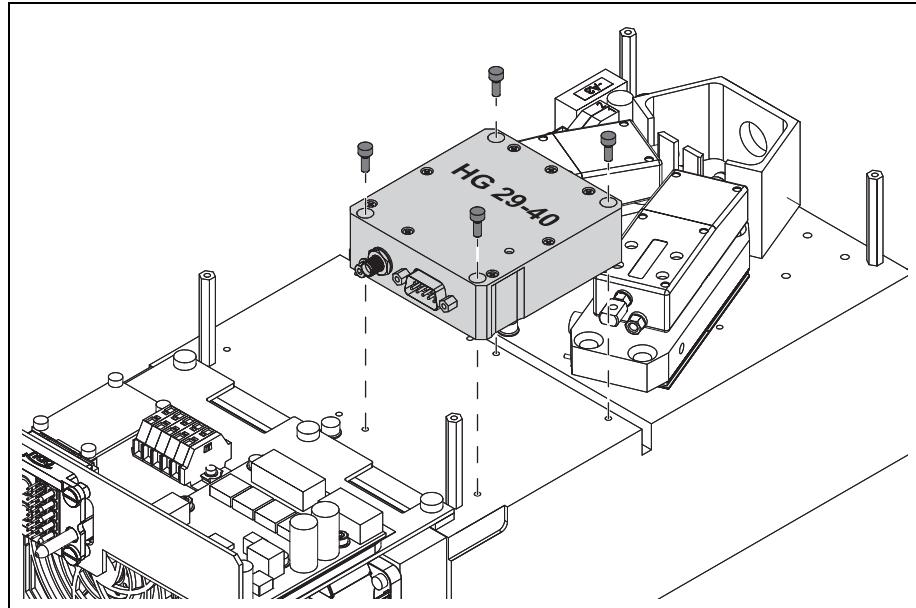
---

## **Demontage und Montage von Komponenten**

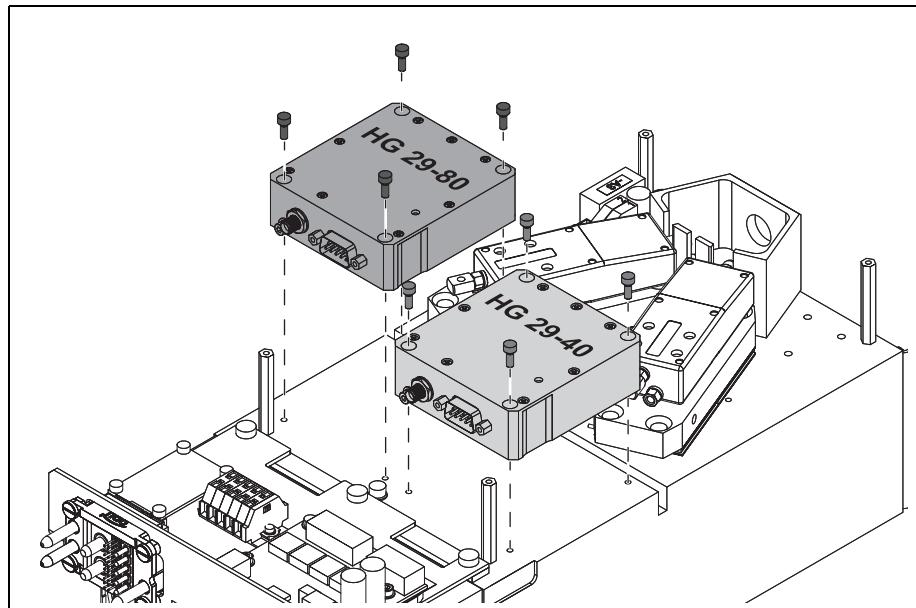
### Versorgungseinschub

#### **3.2.6 HF-Generatoren**

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.
2. Abdeckung des Pumpmoduls entfernen.



**Abbildung 3.53** HF-Generator PL-E Air 10/25



**Abbildung 3.54** HF-Generatoren PL-E Air EM

3. Anschlussstecker -X12 und HF-Leitung -X13 abklemmen.
4. Vier Befestigungsschrauben lösen und HF-Generator entnehmen.
5. Kühlfläche und Unterseite des neuen HF-Generators mit Isopropanol reinigen.



## VORSICHT

### Funktionsstörungen möglich!

Bei Lasersystemen mit externem Modulator sind zwei verschiedene HF-Generatoren eingebaut.

- HF-Generatoren keinesfalls verwechseln.

6. HF-Generator mit vier Befestigungsschrauben festschrauben.
7. HF-Leitung -X13 anschließen.
8. Messadapter an -X12 des HF-Generators stecken.
9. Anschlussstecker -X12 an Messadapter stecken.
10. Voltmeter an Pin 1 (-) und Pin 5 (+) des Messadapters anschließen.
11. Betriebsspannung einstellen (24 V DC, ±1,0 V).



## VORSICHT

### Funktionsstörungen möglich!

Eine geringere Spannung als 24 V führt zu verminderter Leistung des HF Generator/der HF-Generatoren.

- Spannung bei Bedarf am Netzteil -G2 einstellen.

12. System stoppen:
  - RCU/PC herunterfahren,
  - Schlüsselschalter auf „Aus“ stellen,
  - Hauptschalter ausschalten.
13. Messgerät entfernen.
14. Messadapter entfernen.
15. Anschlussstecker -X12 einstecken.
16. System starten:
  - Hauptschalter einschalten.
  - PC/RCU hochfahren,
  - Schlüsselschalter auf „Ein“ stellen,
17. HF-Leistung einstellen ([siehe Punkt 4.11, Seite 4-40](#)).
18. System stoppen:
  - RCU/PC herunterfahren,
  - Schlüsselschalter auf „Aus“ stellen,
  - Hauptschalter ausschalten.
19. Abdeckungen des Pumpmoduls und des Versorgungseinschubes montieren.
20. Betriebsstunden der Laseranlage und Zeitpunkt des Wechsels in das Logbuch eintragen.
21. Laseranlage in Betrieb nehmen.
22. Funktionskontrolle des Lasersystems durchführen (Probebeschriftung, Probebearbeitung).

## Demontage und Montage von Komponenten

### Versorgungseinschub

#### 3.2.7 ALI-USB

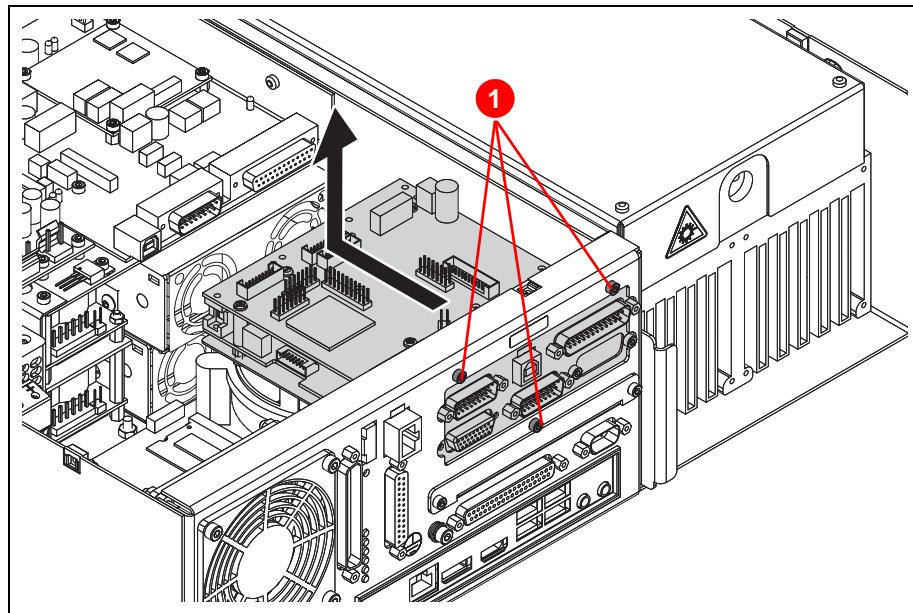


Abbildung 3.55 ALI-USB

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.
2. Drei Befestigungsschrauben (1) (Abbildung 3.55) der ALI-USB herausschrauben.
3. ALI-USB aus dem Versorgungseinschub entnehmen.
4. Steckverbindungen abziehen.
5. ALI-USB austauschen.
6. Steckverbindungen gemäß des gültigen Schaltplans anstecken.
7. Montage in umgekehrter Reihenfolge durchführen.
8. ALI-USB flashen und einstellen (siehe Punkt 4.16, Seite 4-51).
9. Funktionsprüfungen durchführen.
10. Abdeckung des Versorgungseinschubes schließen.

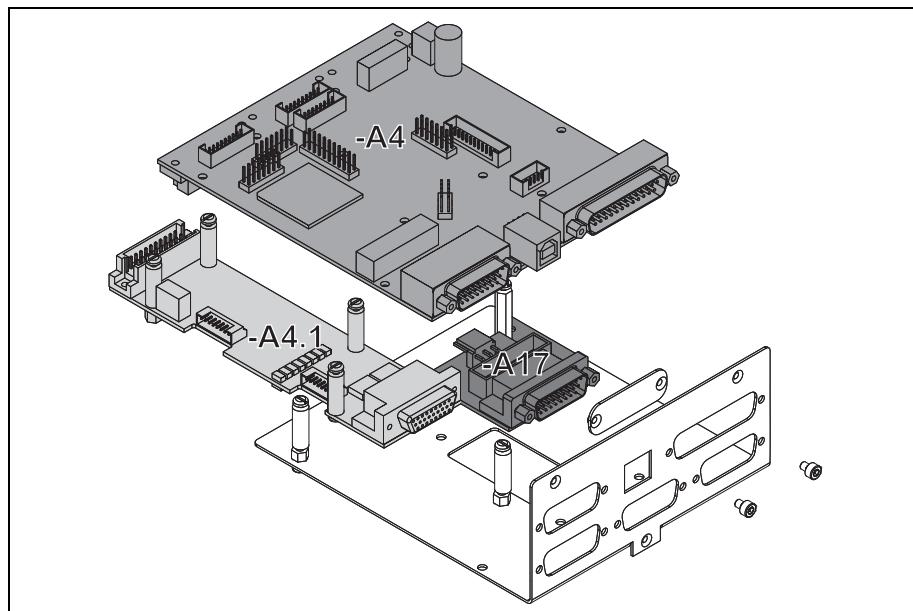


Abbildung 3.56 ALI-USB

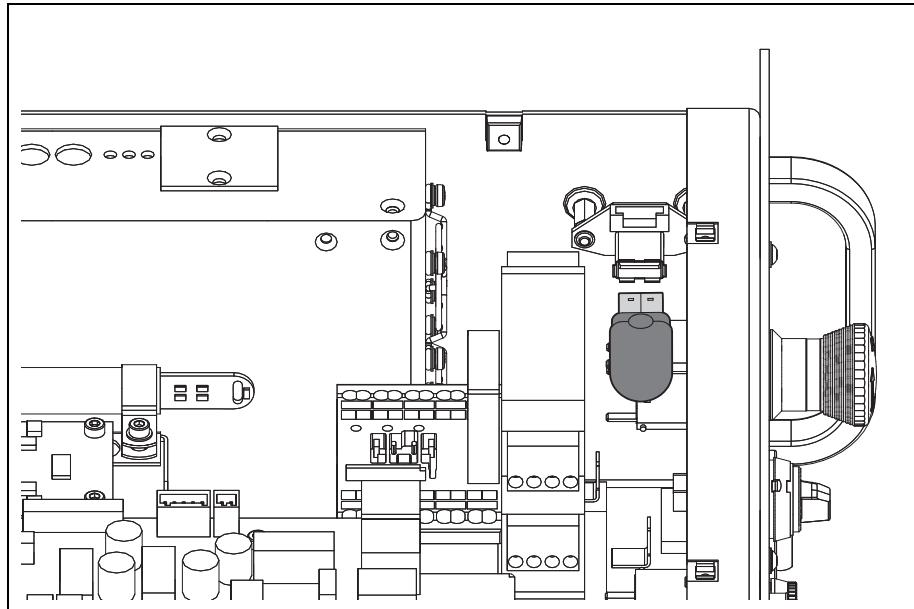


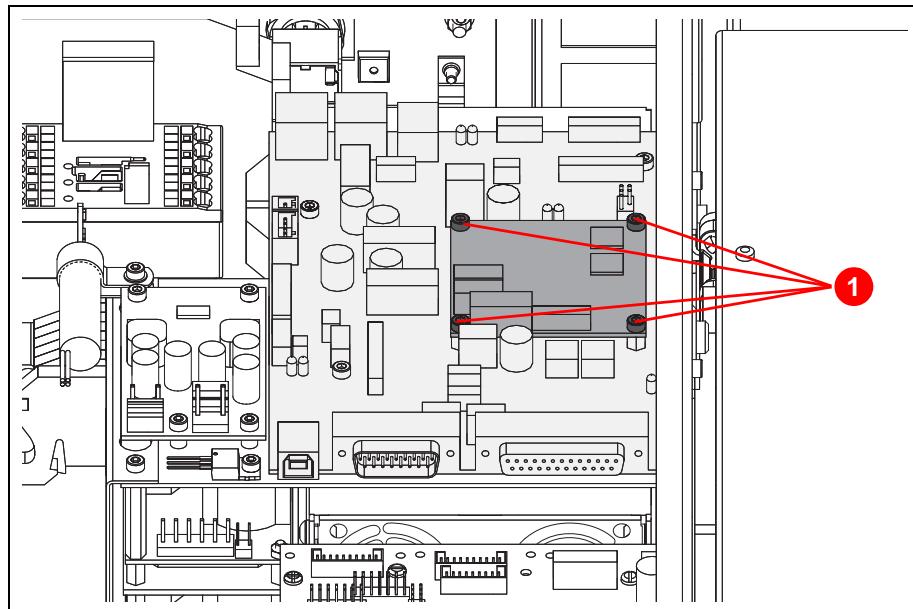
Abbildung 3.57 USB-Dongle für VLM-Software



### HINWEIS

An der rechten Seite des Einschubes befindet sich ein USB-Dongle für die VLM-Software (siehe Abbildung 3.57). Dieser muss beim Wechsel der ALI-USB nicht entfernt werden! Der USB-Dongle darf nicht mit einem USB-Speicherstick verwechselt werden!

### 3.2.8    SSC



**Abbildung 3.58**    SSC

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.
2. Befestigungsschrauben des SSC-Moduls (1) ([Abbildung 3.58](#)) herausschrauben.
3. SSC-Modul vom LSC abziehen.

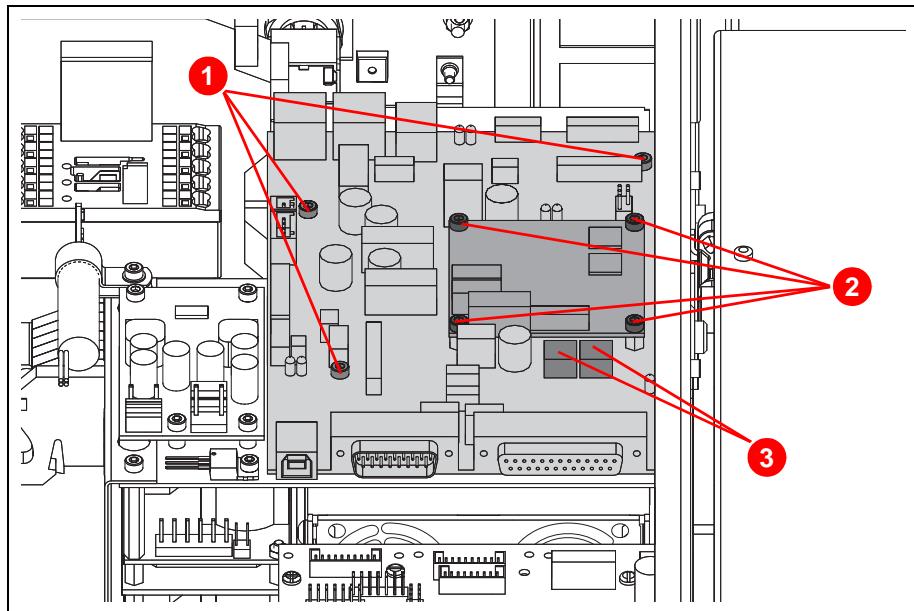


#### HINWEIS

*Dabei Abziehen und Anstecken des SSC-Moduls äußerst vorsichtig vorgehen, um die Anschlüsse nicht zu verbiegen.*

4. SSC-Modul austauschen.
5. SSC-Modul auf das LSC stecken und festschrauben.
6. Funktionsprüfungen durchführen.
7. Abdeckung des Versorgungseinschubes schließen.

### 3.2.9 LSC



**Abbildung 3.59 LSC**



#### HINWEIS

Sollte der PC (ITX-Board) noch starten, Software-Version des aktuell eingebauten Boards auslesen.

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.
2. Befestigungsschrauben (1) ([Abbildung 3.59](#)) der LSC herausschrauben.
3. Kabelbinder öffnen.
4. LSC aus dem Versorgungseinschub entnehmen.
5. Steckverbindungen abziehen.
6. Befestigungsschrauben des SSC-Moduls (2) herausschrauben.
7. SSC-Modul vom LSC abziehen.



#### HINWEIS

Dabei Abziehen und Anstecken des SSC-Moduls äußerst vorsichtig vorgehen, um die Anschlüsse nicht zu verbiegen.

8. LSC und/oder SSC-Modul austauschen.
9. SSC-Modul auf das LSC stecken und festschrauben.
10. Befestigungsschrauben des LSC-Moduls festschrauben.
11. Steckverbindungen gemäß des gültigen Schaltplans anstecken.
12. Schalterstellungen SW800 und SW801 (3) (siehe gültigen Schaltplan für den jeweiligen Lasertyp) überprüfen und einstellen.
13. Montage in umgekehrter Reihenfolge durchführen.



### HINWEIS

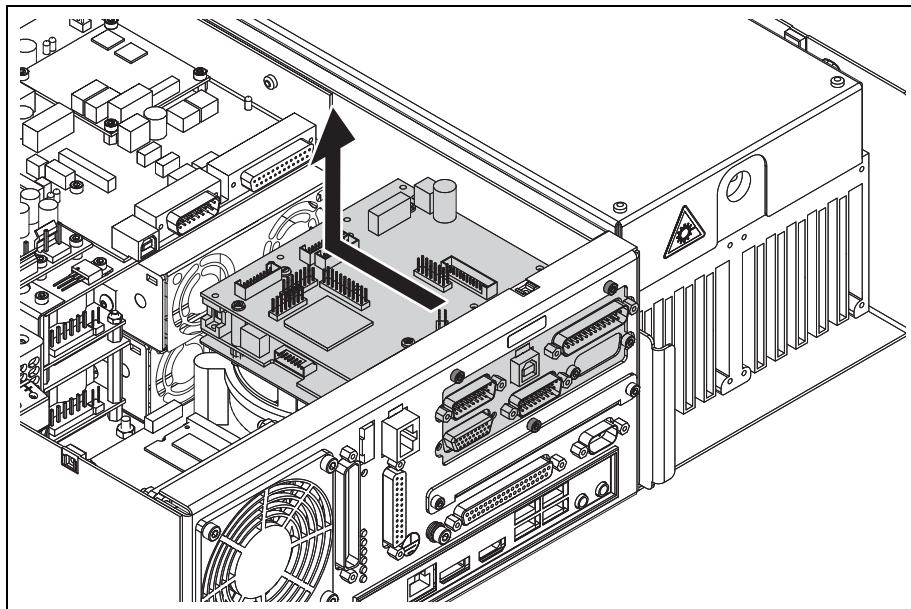
Das neue LSC wird fertig geflasht geliefert. Nach Einbau ist mit Hilfe der LaserConsole, Modul „Laser Display“, zu prüfen, ob die Hard- und Softwareversion der neuen LSC gleich oder höher ist wie bei der ausgebauten LSC.

Falls die neue Karte eine niedrigere Version besitzt, ROFIN kontaktieren.

14. Funktionsprüfungen durchführen.
15. Abdeckung des Versorgungseinschubes schließen.

#### 3.2.10 ITX-Board

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.



**Abbildung 3.60** ALI-USB ausbauen

2. ALI-USB ausbauen ([siehe Punkt 3.2.7, Seite 3-59](#)),

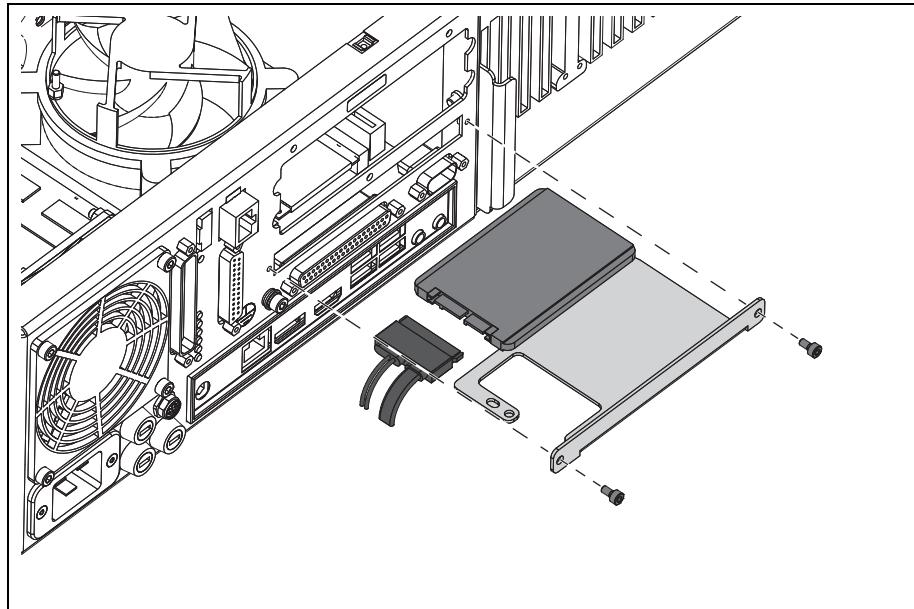


Abbildung 3.61 Festplatte ausbauen

3. Festplatte ausbauen und abklemmen.

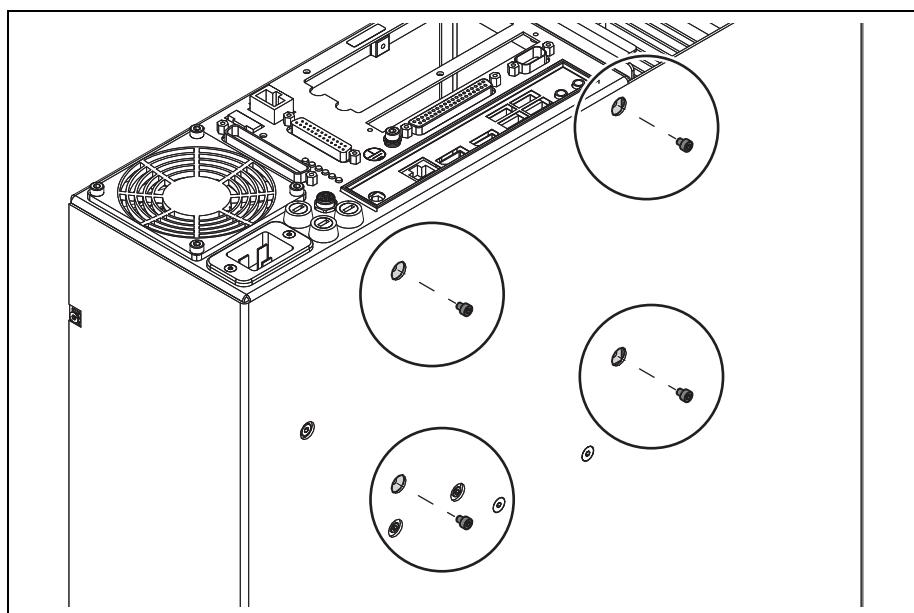


Abbildung 3.62 ITX-Board abschrauben

4. ITX-Board abklemmen.
5. Befestigungsschrauben des ITX-Boards an der Unterseite des Versorgungseinschubs lösen.



### VORSICHT

#### Beschädigungsgefahr!

Herausfallende Komponenten können beschädigt werden.

- Beim Lösen der Befestigungsschrauben darauf achten, dass die Komponente nicht aus dem Versorgungseinschub herausfällt!

## Demontage und Montage von Komponenten

### Versorgungseinschub

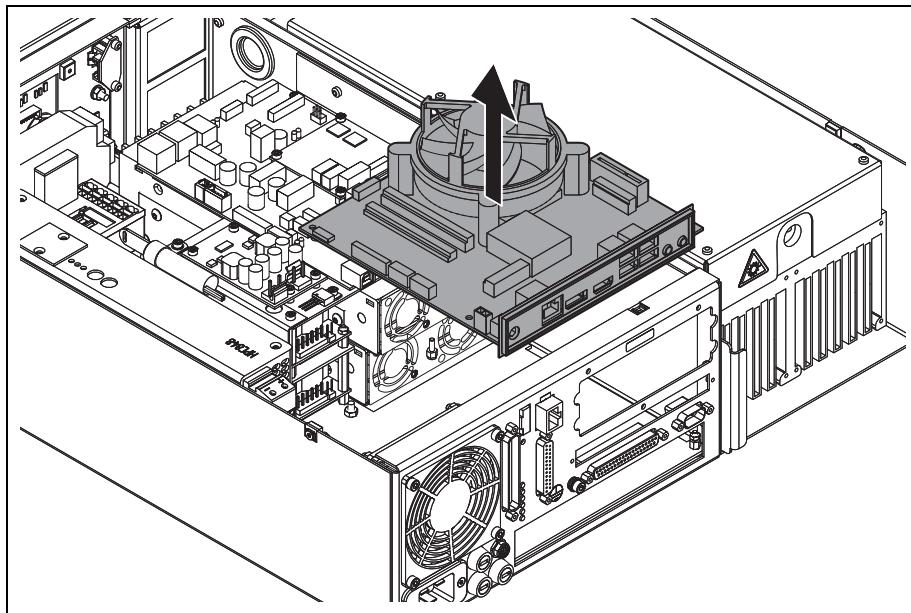


Abbildung 3.63 ITX-Board entnehmen

6. ITX-Board aus dem Versorgungseinschub entnehmen.



#### VORSICHT

##### Beschädigungsgefahr!

Komponenten des ITX-Boards können bei unsachgemäßer Handhabung beschädigt werden.

- Komponenten laut der dem ITX-Board beiliegenden Anweisung aus- und einbauen!
- 7. Speichermodul und mSATA-Festplatte vom ausgebauten ITX-Board entnehmen und auf dem neuen ITX-Board montieren.



#### HINWEIS

ITX-Boards werden von Rofin ohne diese Komponenten geliefert.

8. ITX-Board im Versorgungseinschub montieren und gemäß dem gültigen Systemschaltplan anschließen.
9. Festplatte einbauen und anklemmen.
10. ALI-USB einbauen.
11. Versorgungseinschub schließen und einbauen.
12. BIOS-Einstellungen gemäß gültiger ROFIN-Verfahrensanweisung zur Installation eines Windows-Images durchführen.

### 3.2.11 Netzteil HPC 848/845

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.

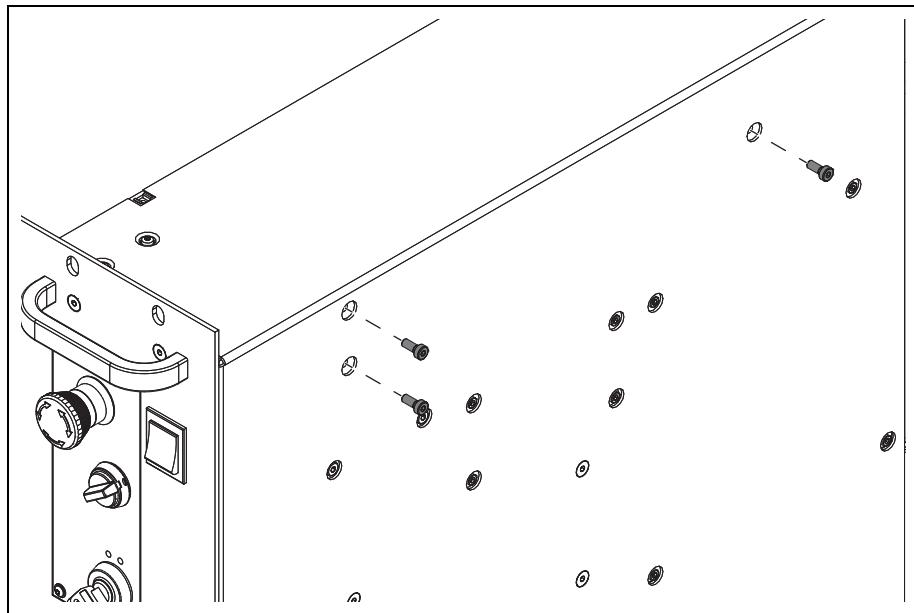


Abbildung 3.64 Netzteil HPC 848/845 – 1

2. Netzteil abklemmen.
3. Befestigungsschrauben des Netzteils an der Unterseite des Versorgungseinschubs lösen.



#### VORSICHT

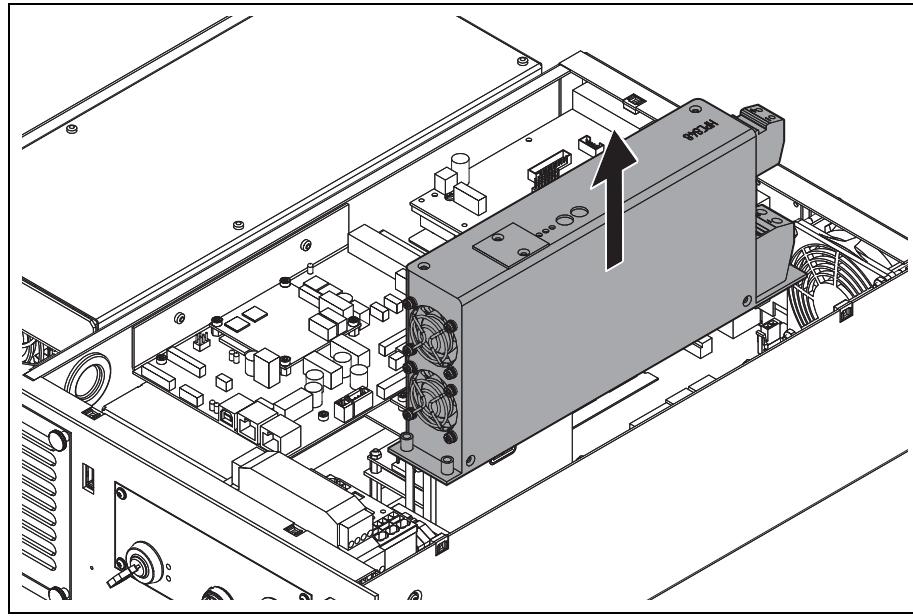
##### **Beschädigungsgefahr!**

Herausfallende Komponenten können beschädigt werden.

- Beim Lösen der Befestigungsschrauben darauf achten, dass die Komponente nicht aus dem Versorgungseinschub herausfällt!

## **Demontage und Montage von Komponenten**

### Versorgungseinschub

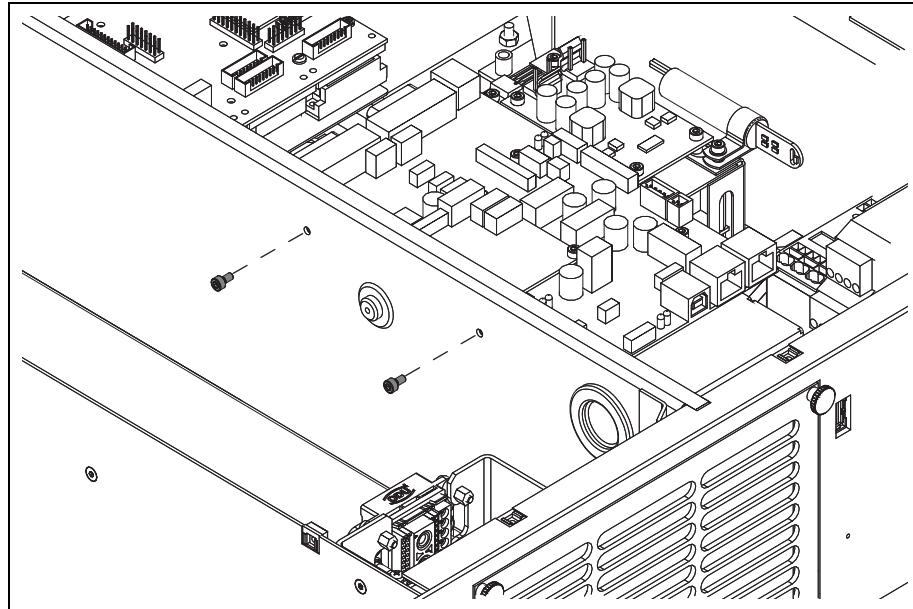


**Abbildung 3.65** Netzteil HPC 848/845 – 2

4. Netzteil aus dem Versorgungseinschub entnehmen.

### **3.2.12 Netzteile -G1 und -G2**

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.
2. Pumpmodul demontieren.



**Abbildung 3.66** Netzteile -G1 und -G2 – 1

3. LSC abklemmen.
4. Befestigungsschrauben des LSC herausschrauben ([siehe Abbildung 3.66](#)).

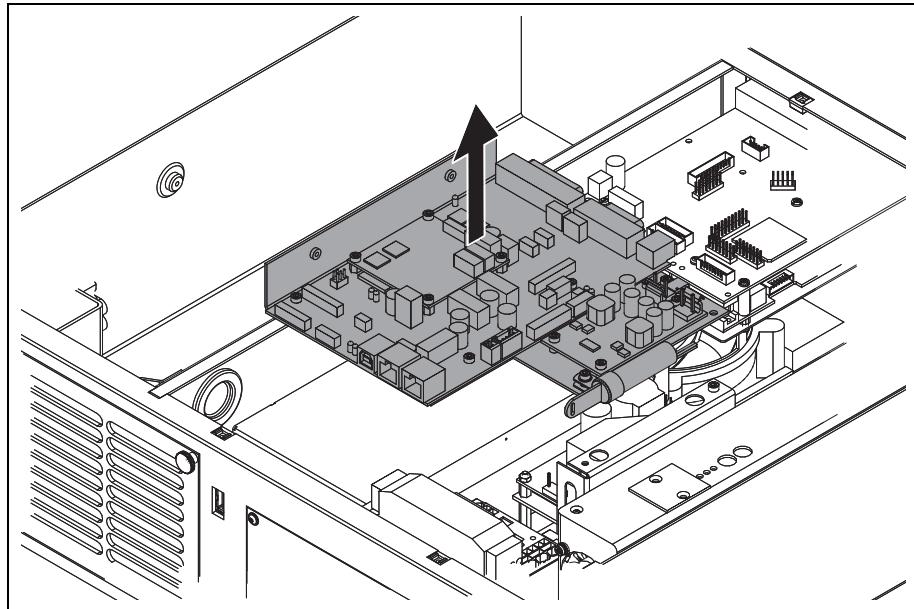


Abbildung 3.67 Netzteile -G1 und -G2 – 2

5. LSC aus dem Versorgungseinschub entnehmen.

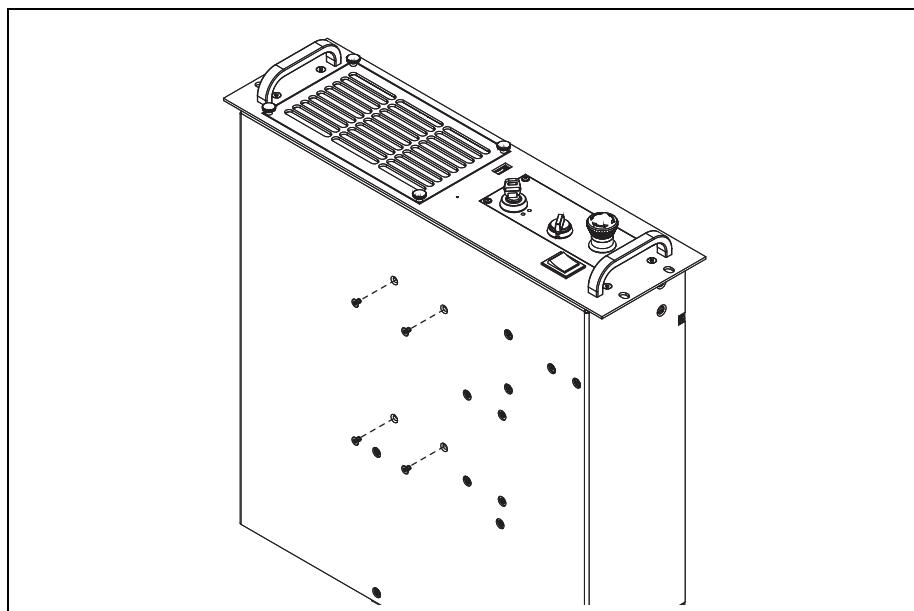


Abbildung 3.68 Netzteile -G1 und -G2 – 3

6. Befestigungsschrauben der Netzteile an der Unterseite des Versorgungseinschubs lösen.



### VORSICHT

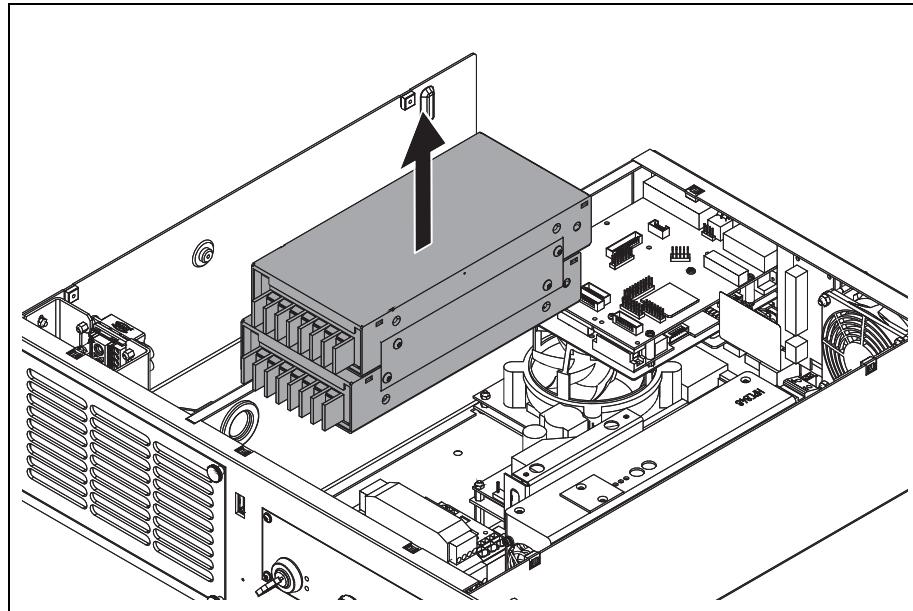
#### Beschädigungsgefahr!

Herausfallende Komponenten können beschädigt werden.

- Beim Lösen der Befestigungsschrauben darauf achten, dass die Komponente nicht aus dem Versorgungseinschub herausfällt!

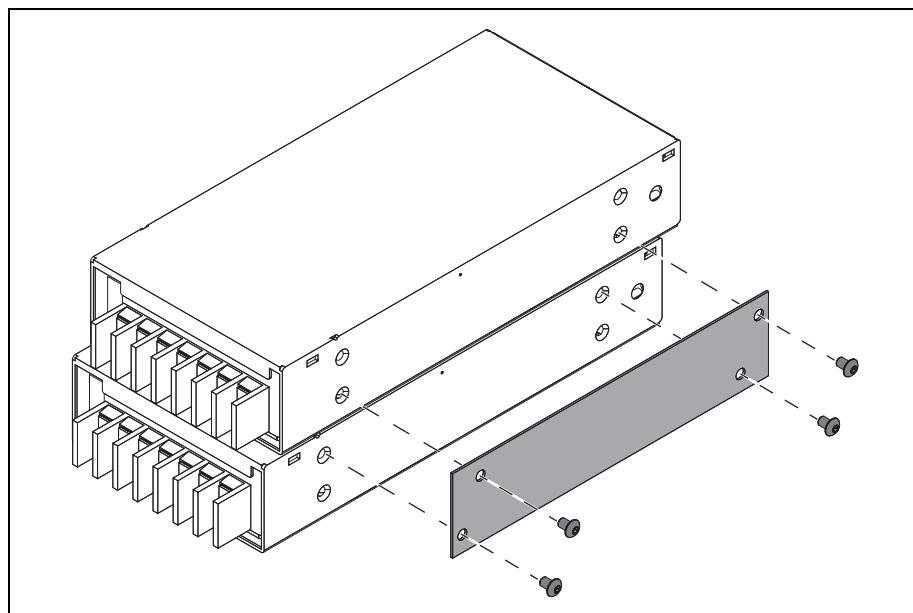
## **Demontage und Montage von Komponenten**

### Versorgungseinschub



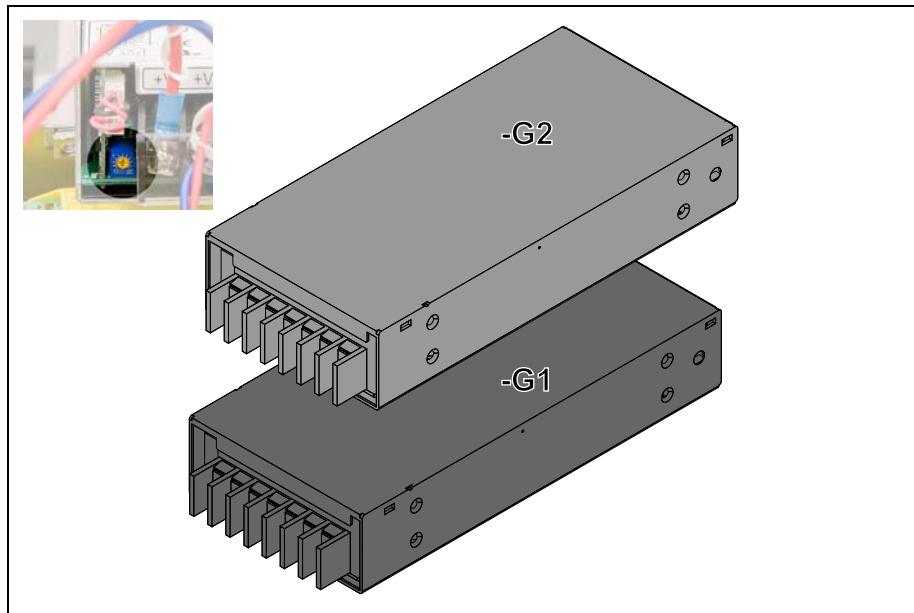
**Abbildung 3.69** Netzteile -G1 und -G2 – 4

7. Netzteile aus dem Versorgungseinschub entnehmen.



**Abbildung 3.70** Netzteile -G1 und -G2 – 5

8. Verbindungsblech der Netzteile demontieren.



**Abbildung 3.71** Netzteile -G1 und -G2 – 6

9. Netzteile austauschen.
10. Neue Netzteile anschließen und 24 Volt ( $\pm 0,1$  V) am Potentiometer einstellen.

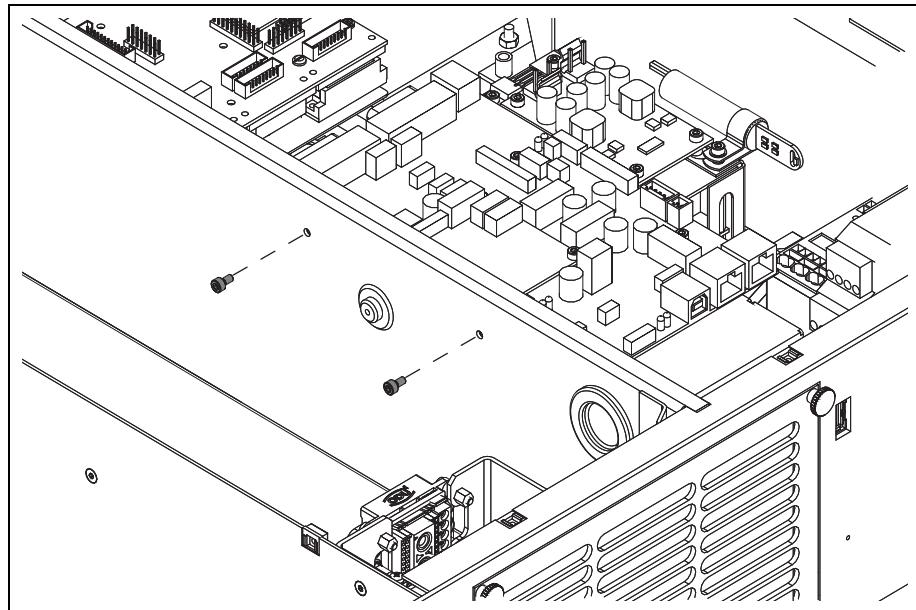


### HINWEIS

*Um die Potentiometer zum Einstellen gut erreichen zu können, Filtermattenabdeckung am Einschub öffnen.*

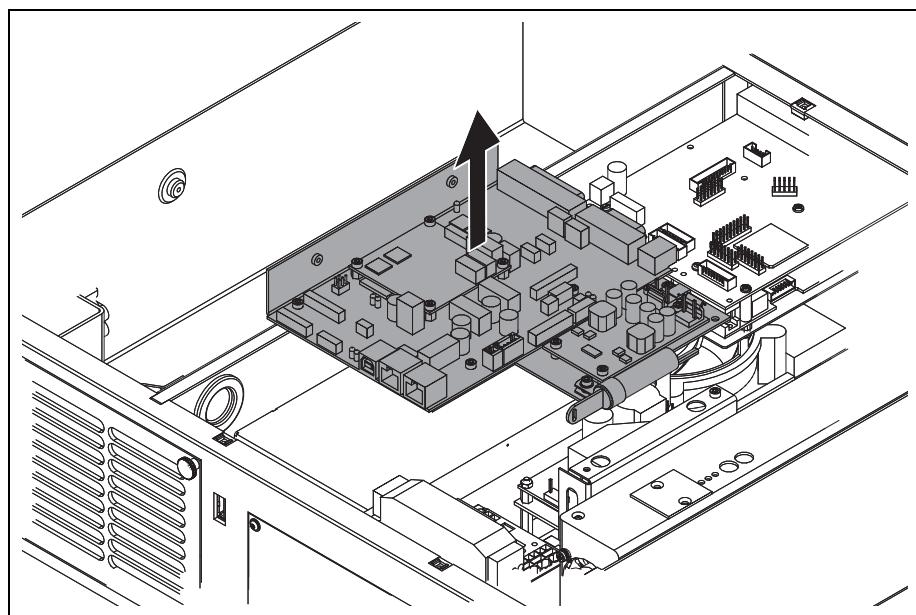
### 3.2.13 Netzteile -G3 und -G4

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.
2. Pumpmodul demontieren.



**Abbildung 3.72** Netzteile -G3 und -G4 – 1

3. LSC abklemmen.
4. Befestigungsschrauben des LSC herausschrauben ([siehe Abbildung 3.72](#)).



**Abbildung 3.73** Netzteile -G3 und -G4 – 2

5. LSC aus dem Versorgungseinschub entnehmen.

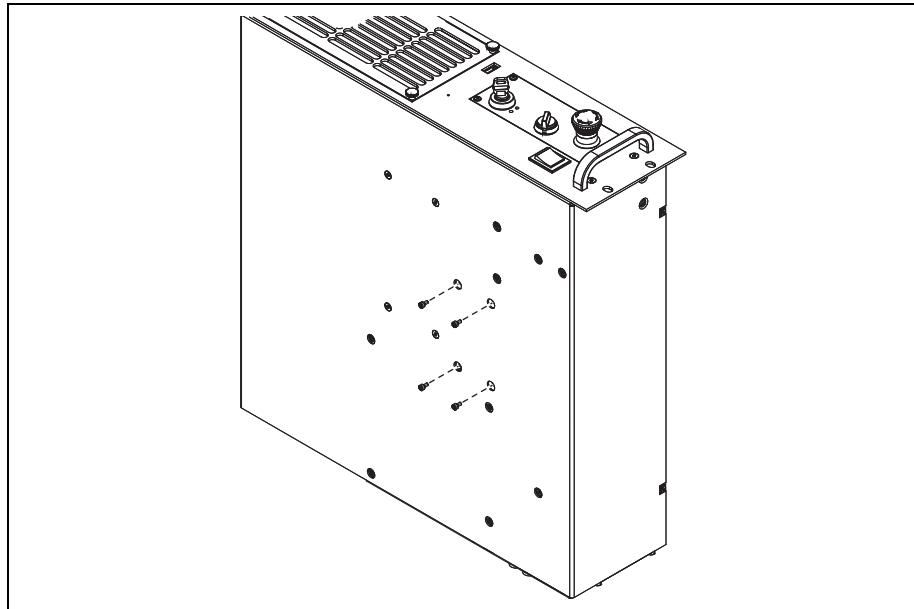


Abbildung 3.74 Netzteile -G3 und -G4 – 3

6. Befestigungsschrauben der Netzteile an der Unterseite des Versorgungseinschubs lösen.



### VORSICHT

#### **Beschädigungsgefahr!**

Herausfallende Komponenten können beschädigt werden.

- Beim Lösen der Befestigungsschrauben darauf achten, dass die Komponente nicht aus dem Versorgungseinschub herausfällt!

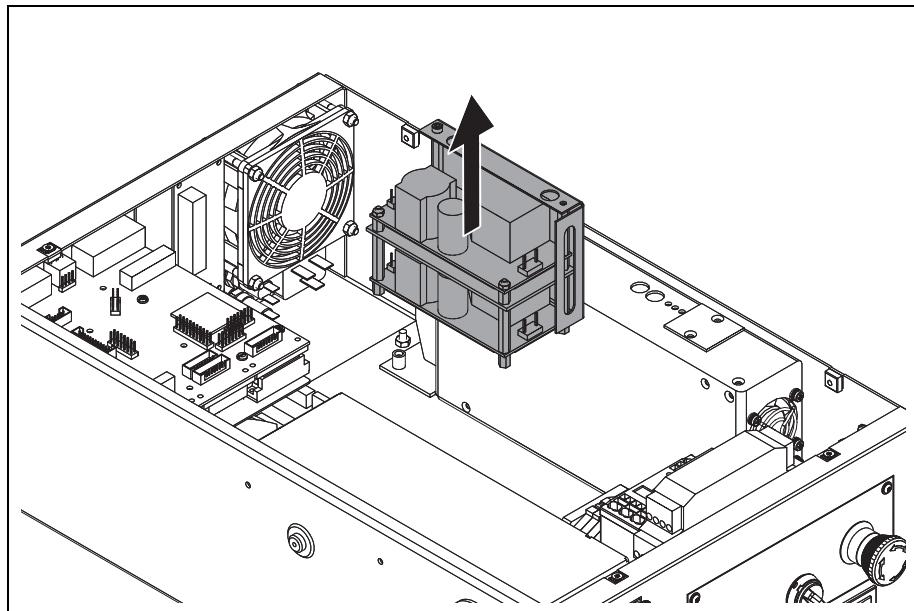
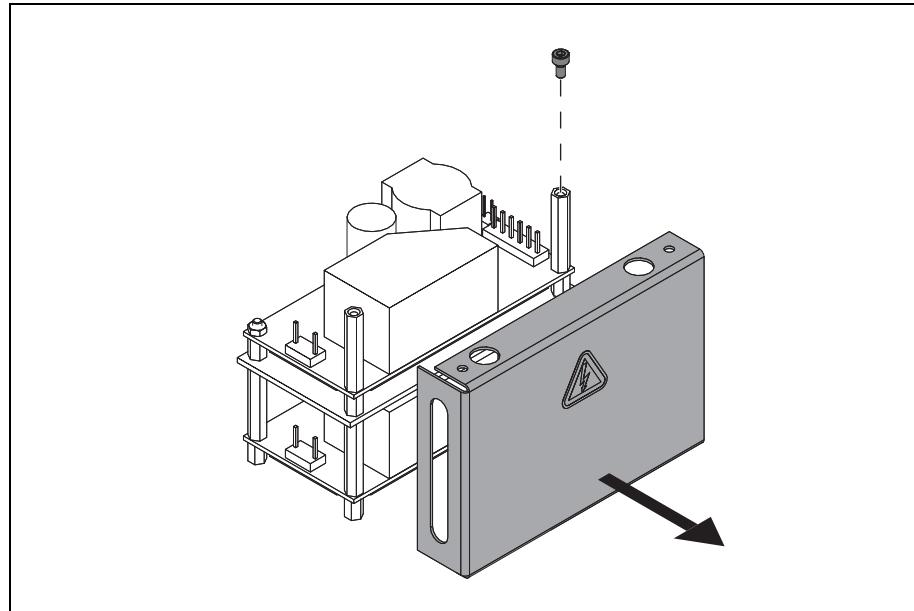


Abbildung 3.75 Netzteile -G3 und -G4 – 4

7. Netzteile aus dem Versorgungseinschub entnehmen.

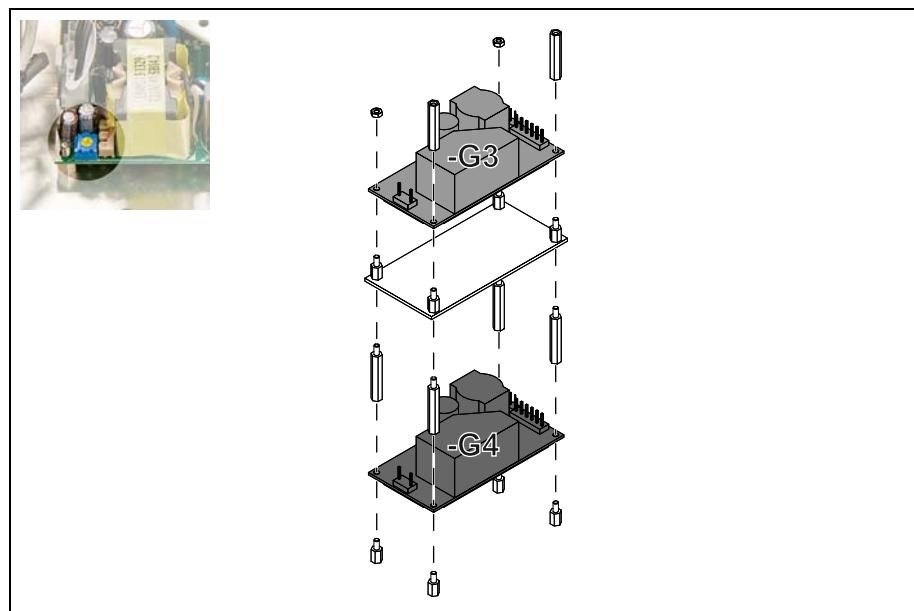
## **Demontage und Montage von Komponenten**

### Versorgungseinschub



**Abbildung 3.76 Netzteile -G3 und -G4 – 5**

8. Schutzabdeckung demontieren.

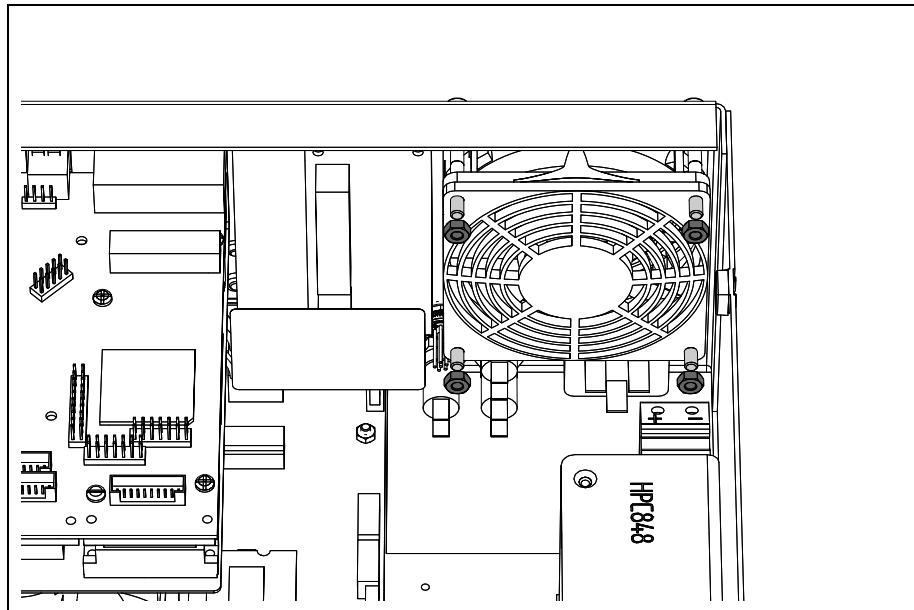


**Abbildung 3.77 Netzteile -G3 und -G4 – 6**

9. Netzteile austauschen.
10. Neue Netzteile anschließen und 15,5 Volt (+0,2 V/-0 V) am Potentiometer einstellen.
11. Spannung am Galvokopf überprüfen. 15,5 Volt ( $\pm 0,2$  V)

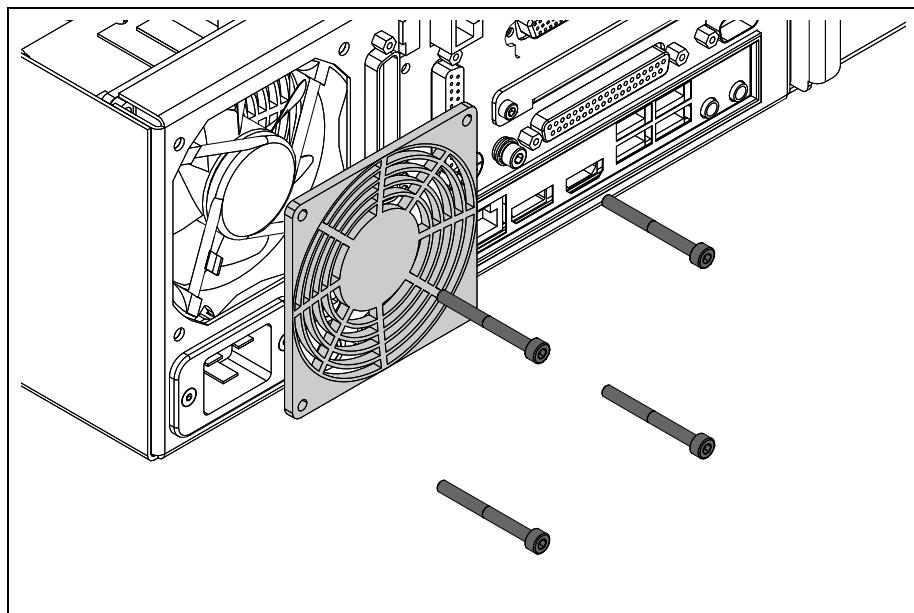
### 3.2.14 Lüfter Versorgungseinschub

1. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.
2. Lüfter abklemmen.



**Abbildung 3.78** Lüfter Versorgungseinschub – 1

3. Befestigungsmuttern lösen.



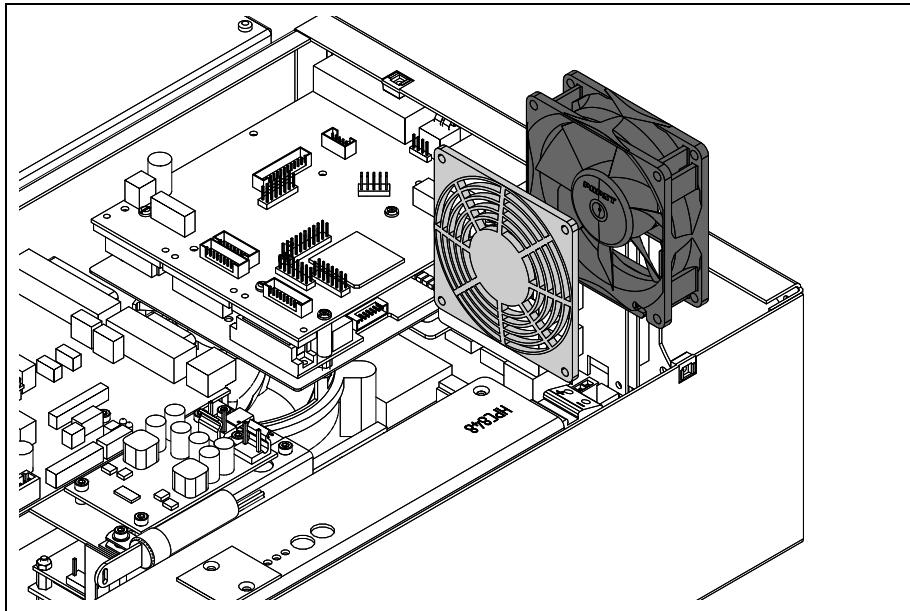
**Abbildung 3.79** Lüfter Versorgungseinschub – 2

4. Äußere Abdeckung und Befestigungsschrauben entfernen.

## **Demontage und Montage von Komponenten**

### Versorgungseinschub

---



**Abbildung 3.80** Lüfter Versorgungseinschub – 3

5. Lüfter und innere Abdeckung aus dem Versorgungseinschub entnehmen.



#### **VORSICHT**

##### **Funktionsstörungen möglich!**

*Bei einem falsch eingebauten Lüfter erfolgt eine unzureichende Kühlung.*

- *Beim Wiedereinbau des Lüfters auf die korrekte Einbaulage (Strömungsrichtung) achten!*
  - *Gleichen Lüftertyp verwenden (Laufruhe)!*
-

### 3.2.15 Drehzahlregler Lüfter Versorgungseinschub

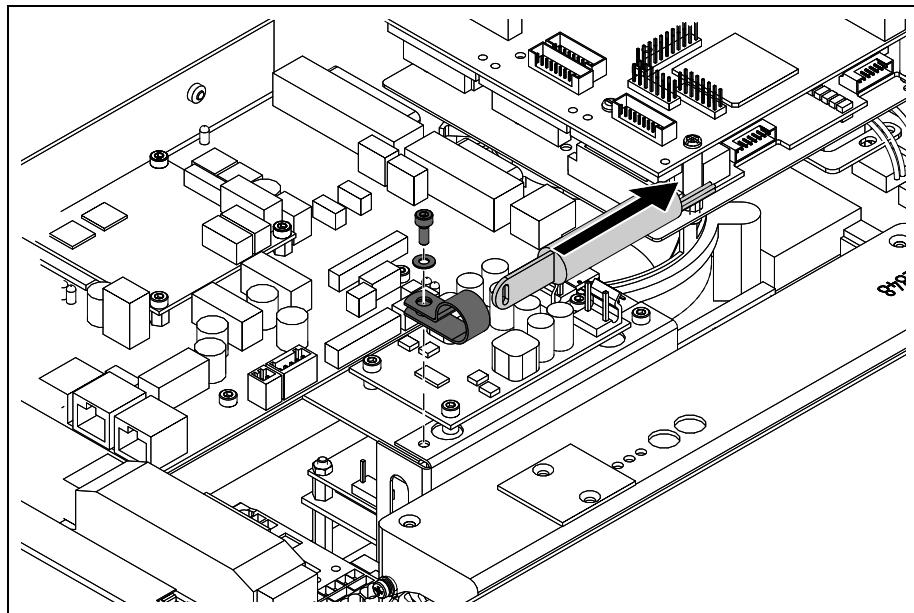


Abbildung 3.81 Drehzahlregler Lüfter Versorgungseinschub



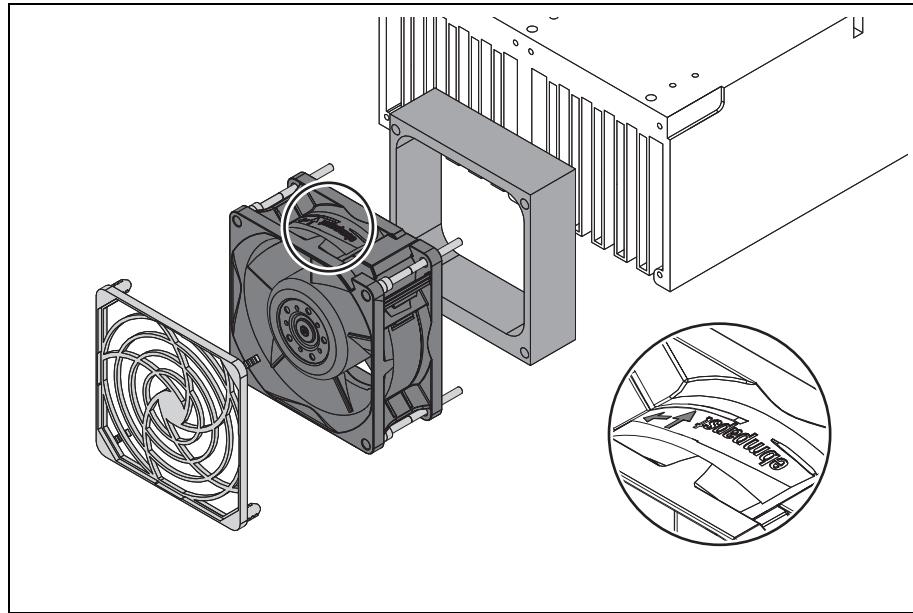
#### HINWEIS

Bei einer Betriebsspannung von 24 V dreht sich der Lüftermotor bei Raumtemperatur zwischen 50 % (<23 °C) und 100 % (>34 °C).

Bei 50 % liegen ca. 13 V, bei 100 % 24 V am Motor an.

### 3.2.16 Lüfter Pumpmodul

1. Pumpmodul demontieren.
2. Abdeckung des Pumpmoduls öffnen.
3. Lüfter abklemmen.
4. Befestigungsschrauben der Lüfter lösen.
5. Lüfter entnehmen.



**Abbildung 3.82 Lüfter Pumpmodul**

6. Lüfter prüfen, reinigen, ggf. wechseln.
7. Lüfter seitenrichtig einbauen.



#### **VORSICHT**

##### **Funktionsstörungen möglich!**

Bei einem falsch eingebauten Lüfter erfolgt eine unzureichende Kühlung.

- Beim Wiedereinbau des Lüfters auf die korrekte Einbaulage (Strömungsrichtung) achten!

### 3.2.17 Temperatursensor -R1

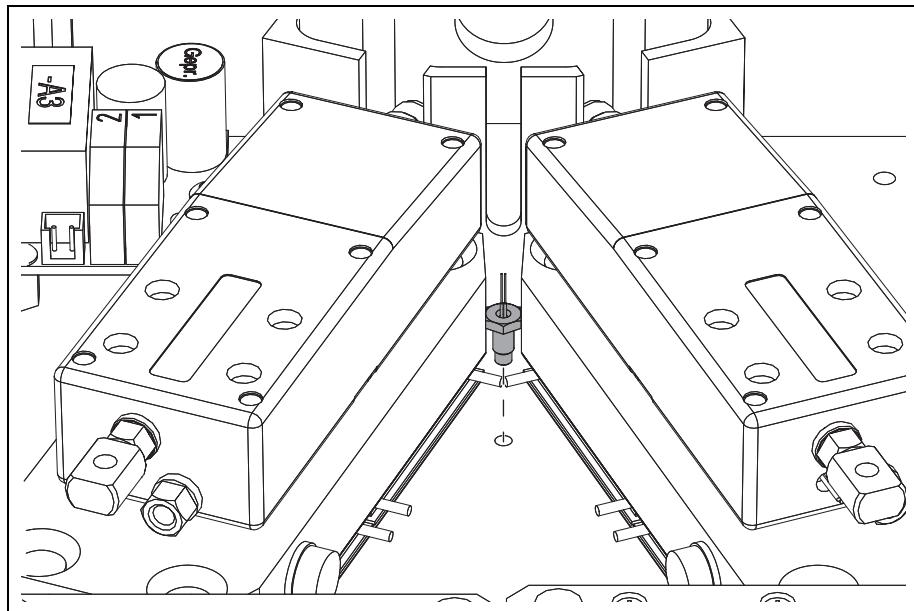


Abbildung 3.83 Temperatursensor -R1

1. Steckverbindung des Temperatursensors öffnen.
2. Temperatursensor herausschrauben.
3. Gewindebohrung des Temperatursensors mit einer geeigneten Schneidschraube (M3) nachschneiden, um eventuelle Messingspäne zu entfernen.
4. Gewindebohrung mit gereinigter Druckluft säubern.
5. Temperatursensor vorsichtig von Hand einschrauben.



#### HINWEIS

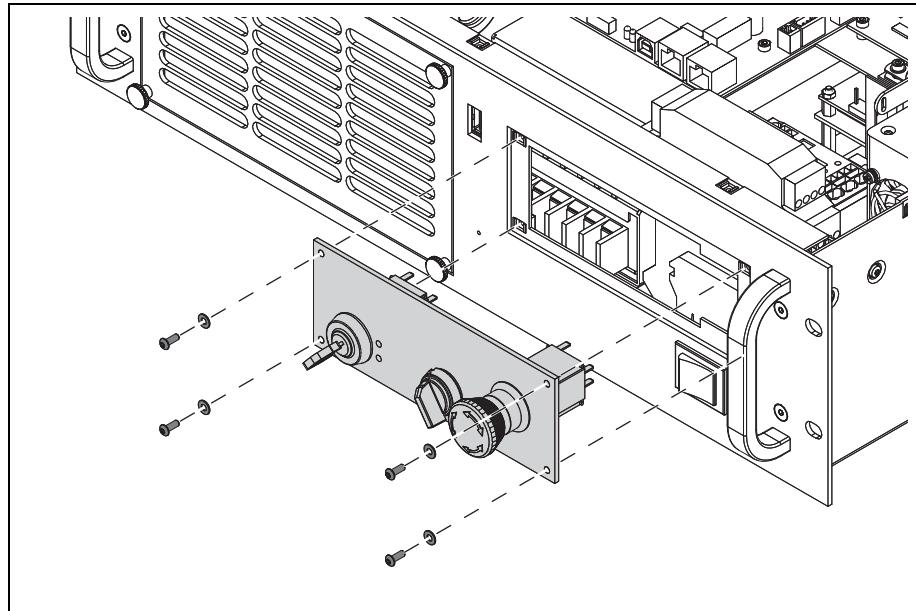
Ist beim Einschrauben des Temperatursensors ein Widerstand spürbar, Schritte 3 und 4 wiederholen.

6. Steckverbindung wieder zusammenstecken.
7. Vergleichsmessung durchführen.
  - Mit Thermometer in der Nähe R1 messen und Anzeige in Generic-View/LaserDisplay überprüfen.
  - Toleranz  $\pm 0,2$  °C.

## **Demontage und Montage von Komponenten**

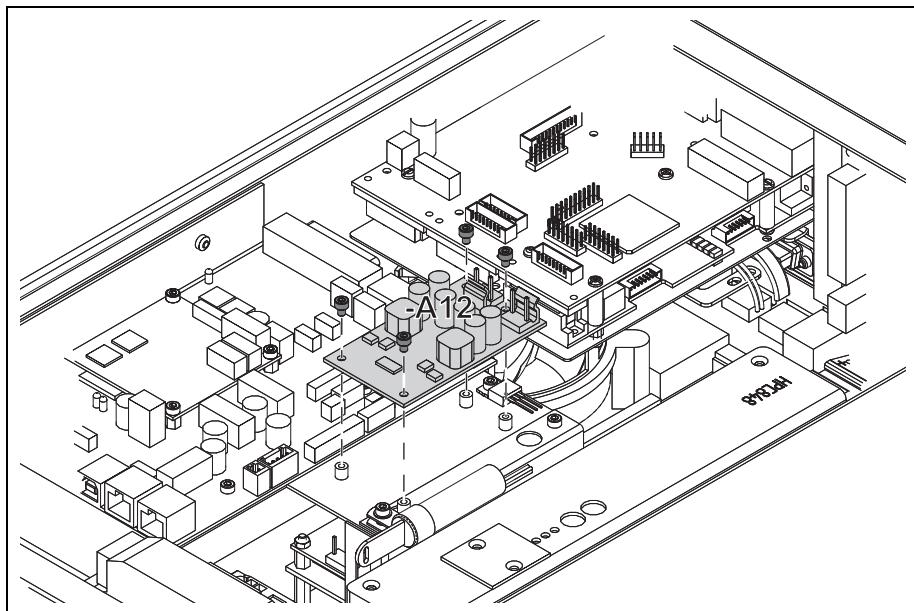
### Versorgungseinschub

#### **3.2.18 Bedienfeld Versorgungseinschub**



**Abbildung 3.84** Bedienfeld Versorgungseinschub

#### **3.2.19 DC/DC Wandler für ITX**



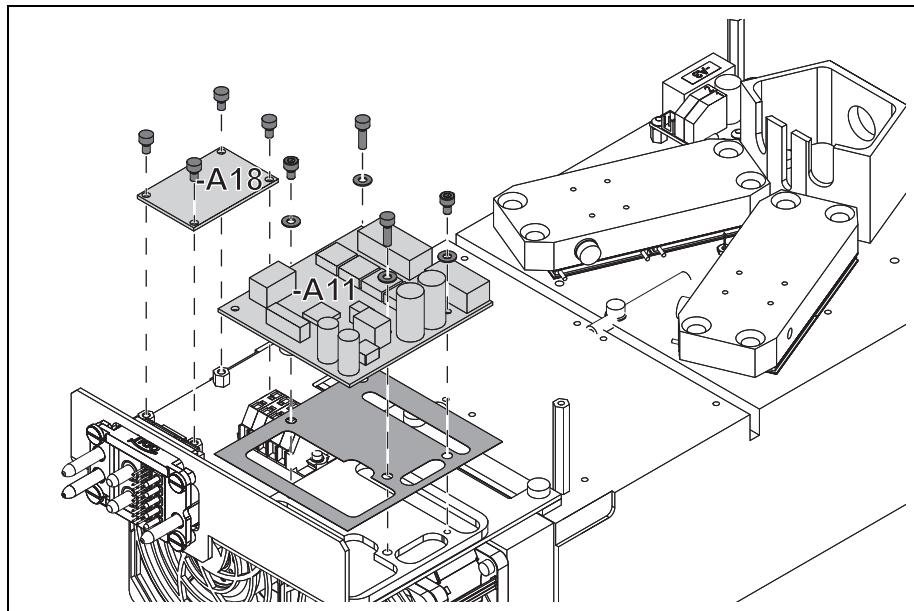
**Abbildung 3.85** DC/DC Wandler für ITX



#### **HINWEIS**

Nach dem Einbau Funktion prüfen.  
Eingang 24 V, Ausgang 19 V ( $\pm 0,1$  V).  
Anschlüsse nicht vertauschen!

### 3.2.20 Peltiercontroller / Verteiler externer AOM



**Abbildung 3.86 Peltiercontroller / Verteiler externer AOM**



#### VORSICHT

##### Gefahr von Funktionsstörungen!

Eine beschädigte Folie kann zu Kurzschläüssen führen.

- Überprüfen, dass keinerlei Beschädigung/Perforation der Folie durch Metallsplitter etc. gegeben ist.

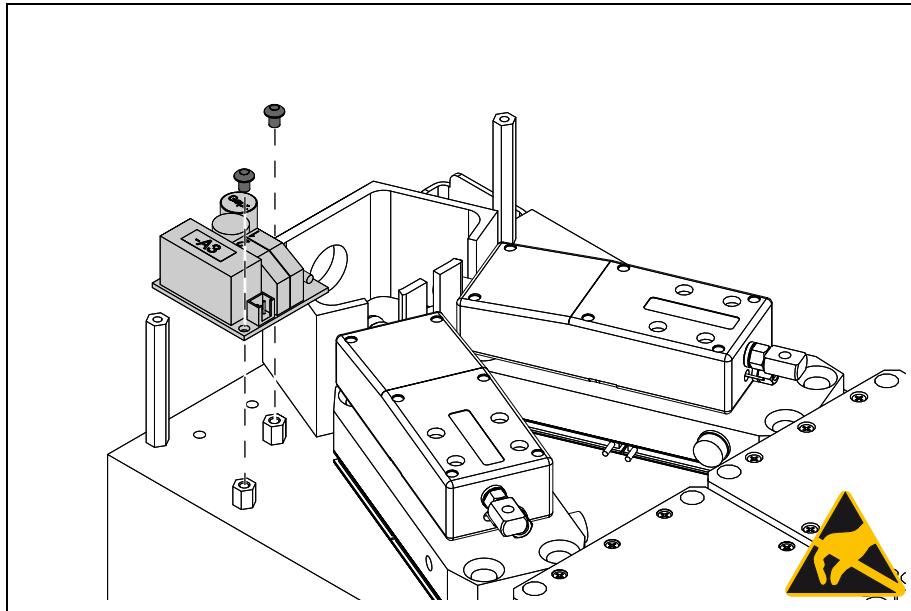


#### HINWEIS

Nach dem Einbau Temperaturregelung der Diode(n) prüfen.

Oberflächentemperatur der Dioden (37-39 °C) mit einem Thermometer überprüfen  
(Diode wird intern auf 40 °C geregelt).

### 3.2.21 ESD-Relais -A9



**Abbildung 3.87 ESD-Relais -A9**



#### **VORSICHT**

##### **Beschädigungsgefahr für die Dioden!**

Das Berühren der Anschlussklemmen kann bei entfernten Anschlussleitungen zum Zerstören der Diode führen!

- Bei Abklemmen des ESD-Relais müssen EGB-Sicherheitshinweise befolgt werden und die Dioden müssen kurzgeschlossen werden ([siehe Punkt 3.2.4, Seite 3-43](#))!

## Notizen

## 4 Fehlersuche und Fehlerbehebung



### **WARNUNG**

#### **Gefährdungen durch das Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen!**

Durch das Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen können Gefährdungen für Personen und/oder Sachwerte entstehen.

- Bei allen Arbeiten am Lasersystem sind sämtliche Sicherheitshinweise im [Kapitel 2, Sicherheit](#), zu beachten.

### 4.1 Grundsätzlicher Ablauf der Fehlersuche PL-E AIR ITX

#### 4.1.1 Lasersysteme in Basisausstattung (mit und ohne Positionierlaser)

1. Spannungsversorgung prüfen (230 V AC, Sicherung F1, F2),
2. Netzschalter S1 auf „EIN“.
3. ITX-Board startet.
  - WINDOWS startet.
  - RCU startet.
  - LaserConsole starten.
  - Laser-Display starten.
4. Anzeige im Laser-Display beobachten.
5. Netzteile G1, G3, G4 prüfen.
  - Steuerspannung 24 V und Versorgung Peltiercontroller
  - Galvospannung 2x 15,5 V DC
6. LSC und ALI-USB initialisieren.
7. Schlüsselschalter auf Pos. 1.
8. Wenn Hardware ohne Probleme (kein Not-Aus, etc.), zieht nach ca. 5 s Relais K1 an.
9. Nach Anziehen K1 Netzteil G2 überprüfen.
  - 24 V DC Stromregler A2 (Diodenstrom)
  - 24 V DC Versorgung HF Generator(en) A7 und A7a
10. Erreichen der Betriebstemperatur der Dioden abwarten.
11. Stromfluss über Dioden mit Strommesszange messen.
12. Spannung an Dioden messen.
13. Laserleistung nach Glasfaser(n) messen (min. 27 W bei 46 A).



#### **HINWEIS**

Damit wird die Leistung der Dioden indirekt gemessen. Eine Messung direkt nach den Dioden ist nicht möglich.

14. Stromwert und Frequenz so einstellen, dass 25 W bei CW erreicht werden.
  - Werte aus Logbuch entnehmen.



## **HINWEIS**

*Bei den Stromwerten Alterung der Dioden berücksichtigen.*

15. Messung im Feld durchführen.
16. Galvokopf abbauen und Leistung nach Galvoflansch messen.
17. Strahlaufweitung ausbauen und Leistung messen.
18. Leistung ohne Kollimierlinse messen (minimaler Leistungszuwachs  $\leq 0,1$  W).



## **HINWEIS**

*Hierzu den Strahlaufweitungshalter ausbauen.*

19. Falls Positionierlaser vorhanden: Leistung nach und vor Positionierlasergehäuse messen.
20. Leistung nach Umlenkblock messen (min. 25 W).
21. Überprüfen, ob der HG 29-40 HF-Leistung produziert und diese „austastet“.
22. Falls Ausgangsleistung nicht erreicht wird, Umlenkeinheit ausbauen, am Laserkopf ablegen (Shutter anschließen!) und Messung direkt am Resonatorausgang durchführen.
23. Ggf. Resonator tauschen.
24. Strahllage mit Fadenkreuzen/Justagetubus prüfen.
25. Strahllage ggf. nachstellen.
26. Überprüfung ob der Q-Switch im Resonator den Laserstrahl bei Nennleistung sperrt.
27. HG 29-40 ggf. nachstellen, bei Bedarf austauschen.
28. Wird die Temperatur nicht erreicht, Peltierregler überprüfen.
29. Bei Fehlfunktion des Shutters
  - Shutter prüfen.
  - SSC auf der LSC prüfen.

#### 4.1.2 Lasersysteme mit Externem Modulator

1. Spannungsversorgung prüfen (230 V AC, Sicherung F1, F2),
2. Netzschalter S1 auf „EIN“.
3. ITX-Board startet.
  - WINDOWS startet.
  - RCU startet.
  - LaserConsole starten.
  - Laser-Display starten.
4. Anzeige im Laser-Display beobachten.
5. Netzteile G1, G3, G4 prüfen.
  - Steuerspannung 24 V und Versorgung Peltiercontroller
  - Galvospaltung 2x 15,5 V DC
6. LSC und ALI-USB initialisieren.
7. Schlüsselschalter auf Pos. 1.
8. Wenn Hardware ohne Probleme (kein Not-Aus, etc.), zieht nach ca. 5 s Relais K1 an.
9. Nach Anziehen K1 Netzteil G2 überprüfen.
  - 24 V DC Stromregler A2 (Diodenstrom)
  - 24 V DC Versorgung HF Generator(en) A7 und A7a
10. Erreichen der Betriebstemperatur der Dioden abwarten.
11. Stromfluss über Dioden mit Strommesszange messen.
12. Spannung an Dioden messen.
13. Laserleistung nach Glasfaser(n) messen (min. 27 W bei 46 A).



#### HINWEIS

*Damit wird die Leistung der Dioden indirekt gemessen. Eine Messung direkt nach den Dioden ist nicht möglich.*

---

14. Stromwert und Frequenz so einstellen, dass 25 W bei CW erreicht werden.
  - Werte aus Logbuch entnehmen.



#### HINWEIS

*Bei den Stromwerten Alterung der Dioden berücksichtigen.*

---

15. Messung im Feld durchführen.
16. Galvokopf abbauen und Leistung nach Galvoflansch messen.
17. Strahlaufweitung ausbauen und Leistung messen.
18. Strahl bei 0 % und 100 % messen.
  - Überprüfung Funktion HG 29-80. Wird Laserstrahl korrekt abgelenkt? Wird die Leistung korrekt geregelt?
  - Bei 100 %: Restpegel geht von 0 V auf 5 V, maximale Laserleistung nach dem Externen Modulator, HF-Leistung HG 29-80 Leistung muss auf maximalen Wert steigen ([siehe Punkt 4.11, Seite 4-40](#)).
  - Bei 0 % Leistung keine HF, keine Laserleistung, Restpegel ca. 0 V.
  - Bei 50 % liegen der Restpegel bei ca. 2,5 V und die HF-Leistung bei etwa der Hälfte von 100 %. Die Laserleistung liegt nach dem Externen Modulator ca. bei der Hälfte von 100 %.
19. RCU stoppen.
20. Die „config-win32.xml“ auf Betrieb **ohne Externen Modulator** modifizieren.

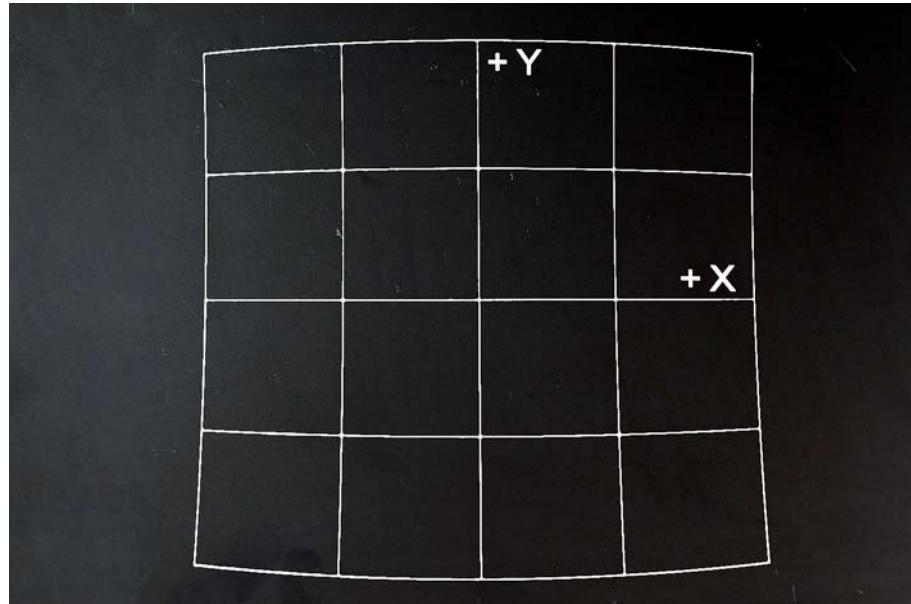
21. RCU starten.
22. EM ausbauen, ablegen.
23. Leistung nach Umlenkblock und Kollimierlinse messen (min. 25 W).
24. Leistung ohne Kollimierlinse messen (minimaler Leistungszuwachs  $\leq 0,1$  W).
25. Überprüfen, ob HG 29-40 HF-Leistung produziert und diese „austastet“.
26. Falls Ausgangsleistung nicht erreicht wird, Umlenkeinheit ausbauen, am Laserkopf ablegen (Shutter anschließen!) und Messung direkt am Resonatorausgang durchführen.
27. Ggf. Resonator tauschen.
28. Überprüfung, ob Q-Switch im Resonator den Laserstrahl bei Nennleistung sperrt.
29. HG 29-40 ggf. nachstellen, bei Bedarf austauschen.
30. Strahllage mit Fadenkreuzen/Justagetubus prüfen.
31. Strahllage ggf. nachstellen.
32. Strahllage mit Fadenkreuzen/Justagetubus und WIN-Cam prüfen.
33. Strahllage ggf. nachstellen.
34. RCU stoppen.
35. Die „config-win32.xml“ auf Betrieb **mit Externem Modulator** modifizieren.
36. Externen Modulator einbauen.
37. Leistung durch Kippen/Verdrehen des Externen Modulators maximieren.
38. Mit HG 29-80 auf Leistung maximieren.
39. Leistungskurve linearisieren.
40. Linearisierung überprüfen.
41. Wird die Temperatur nicht erreicht, Peltierregler überprüfen.
42. Bei Fehlfunktion des Shutters
  - Shutter prüfen.
  - SSC auf der LSC prüfen.

## 4.2 Abbildungsfehler



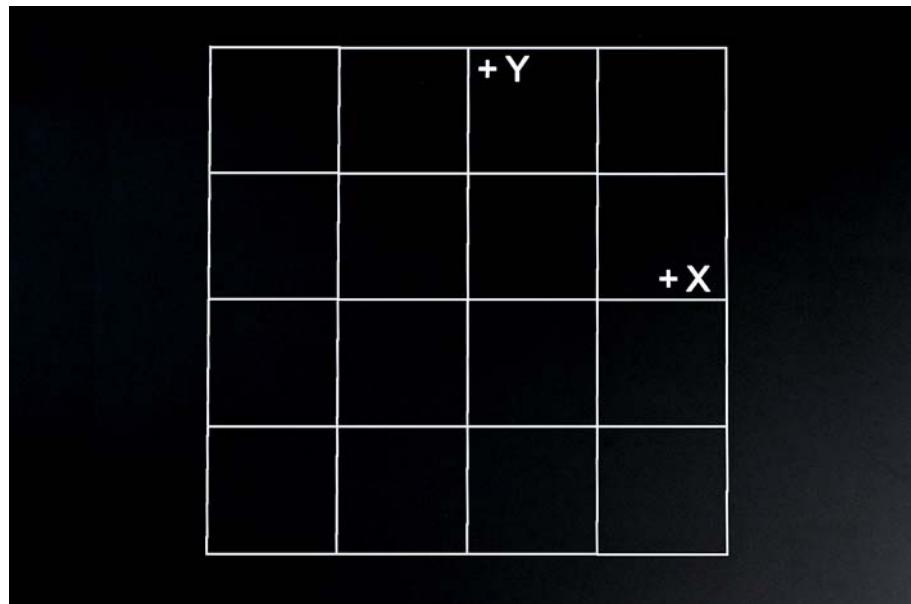
### HINWEIS

Zur genauen Beurteilung der Abbildungsfehler ist eine Messlupe oder ein Mikroskop erforderlich. Die Beschriftung muss auf Acrylplatten durchgeführt werden.



**Abbildung 4.1** Tonnen- und kissenförmige Verzerrung

Fehler	Abhilfe
Tonnen- und/oder kissenförmige Verzerrungen in X- und Y-Richtung	Der eingesetzten Optik zugehörige Kompensationsdatei laden.



**Abbildung 4.2** Kompensationsdatei geladen

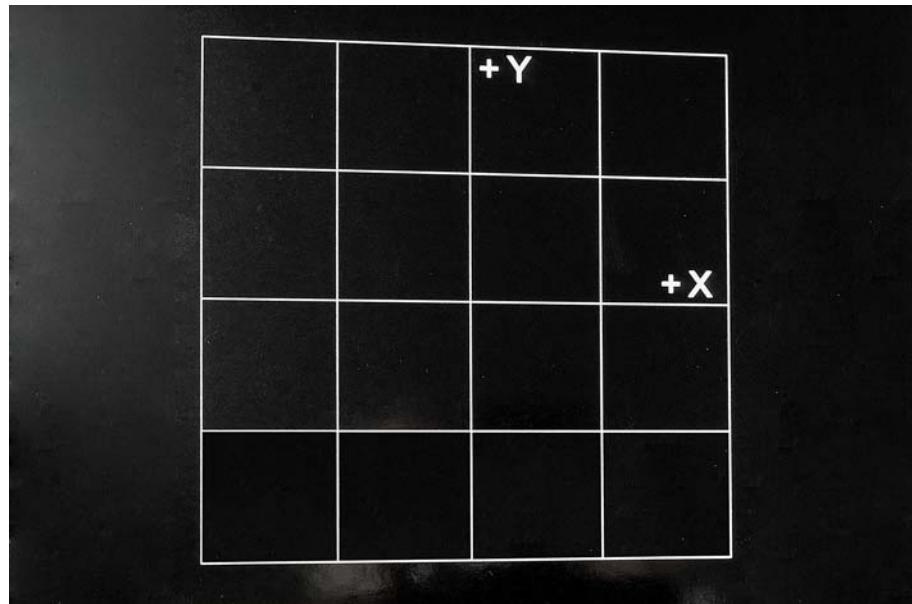


Abbildung 4.3 Trapezförmige Verzerrung

Fehler	Abhilfe
Trapezförmige Verzerrungen in X- und Y-Richtung	Justage der Werkstückauflage und des Galvokopfes kontrollieren ( <a href="#">siehe Punkt 6.3, Seite 6-11</a> ).

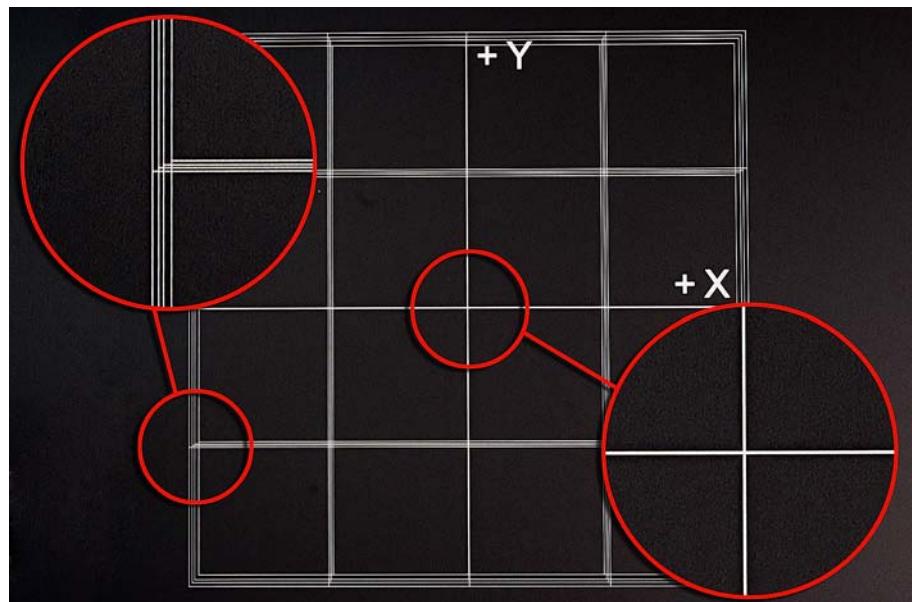
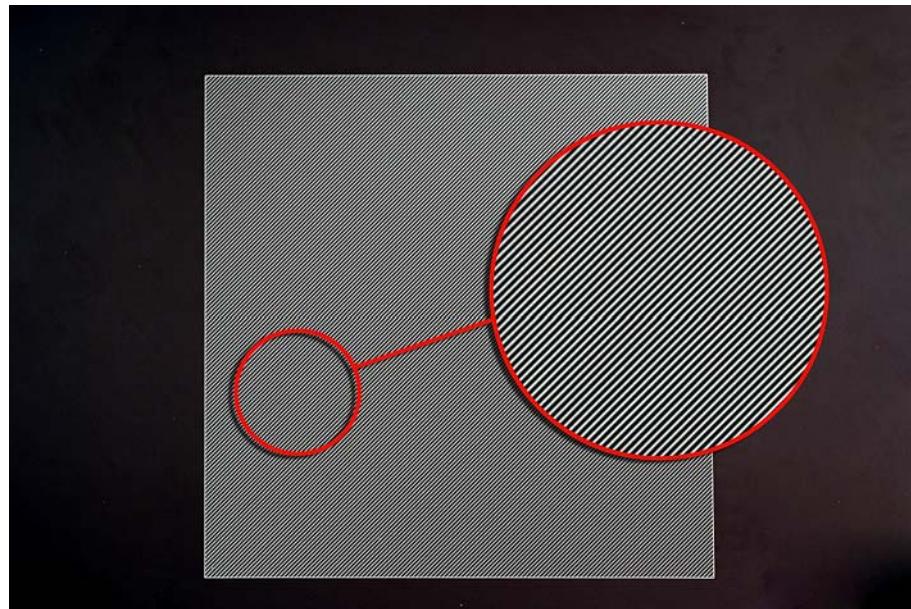


Abbildung 4.4 Fokussierfehler

Fehler	Abhilfe
Fokussierfehler (Mittelpunkt in Ordnung, Abweichungen am Rand)	Fokusabstand des Galvokopfes kontrollieren ( <a href="#">siehe Punkt 6.3, Seite 6-11</a> ).



**Abbildung 4.5** Korrekte Abbildung

**i HINWEIS**

Alle Einstellungen, Überprüfungen etc. der Hard- oder Software sind nach gültiger 5M+e Liste durchzuführen. Davon abweichende Werte, Einstellungen sind für Justage, Überprüfung nicht zulässig.

---

**i HINWEIS**

Zum Testen der Abbildung sind die mitgelieferten Testprogramme „UNI V40.VLM“ und „DT-94a.VLM2“ zu verwenden bzw. es ist ein Testprogramm zu erstellen (siehe VLM-Benutzerhandbuch).

---

**Beispieleinstellungen selbst erstelltes Testprogramm:**

- Ein Quadrat erstellen, dessen Größe dem maximal möglichen Schriftfeld des Lasers entspricht (Maximalgröße ist in der Datei „config-win32.xml“ ersichtlich)
- Schraffur 45°
- Schraffurabstand ca. 0,5 mm ... 2,0 mm
- Geschwindigkeit, Strom und Frequenz sind, dem zu beschriftenden Material, anzupassen.

Die abgebildeten Linien müssen sauber abgebildet werden und eine hohe Kantenschärfe aufweisen.

**i HINWEIS**

Das Lasersystem und die Werkstückauflage müssen absolut vibrationsfrei und zueinander ausgerichtet sein!

Die Absaugung muss eingeschaltet sein, da Dämpfe die Laserstrahlung behindern/abschwächen!

---



### HINWEIS

Um Fehler durch das zu beschriftende Material auszuschließen, ist das Testprogramm an mehreren Testmustern ablaufen zu lassen.



### HINWEIS

Zur genauen Beurteilung der Abbildungsfehler ist eine Messlupe oder ein Mikroskop erforderlich.

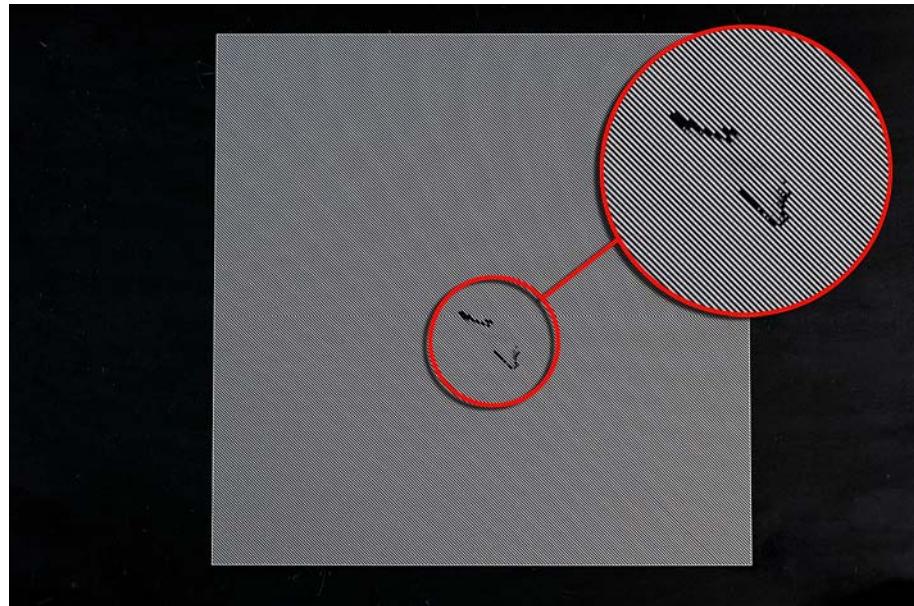
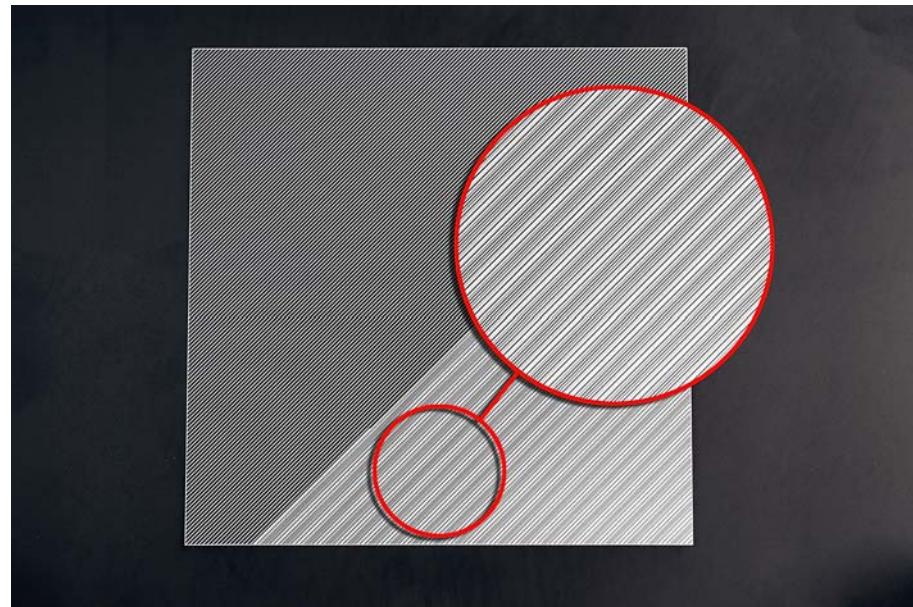


Abbildung 4.6 Unregelmäßige Leistungsschwankungen

Fehler	Abhilfe
Unregelmäßige Leistungsschwankungen	Optik auf Verschmutzungen und Einbrände kontrollieren ( <a href="#">siehe Kapitel 5</a> ).

## Fehlersuche und Fehlerbehebung

### Abbildungsfehler



**Abbildung 4.7** Regelmäßige Leistungsschwankungen

FEHLER	ABHILFE
Regelmäßige Leistungsschwankungen durch interne oder externe Einflüsse	Anlage auf Vibrationen prüfen. Netzteil, Resonator, Q-Switch prüfen bzw. tauschen.

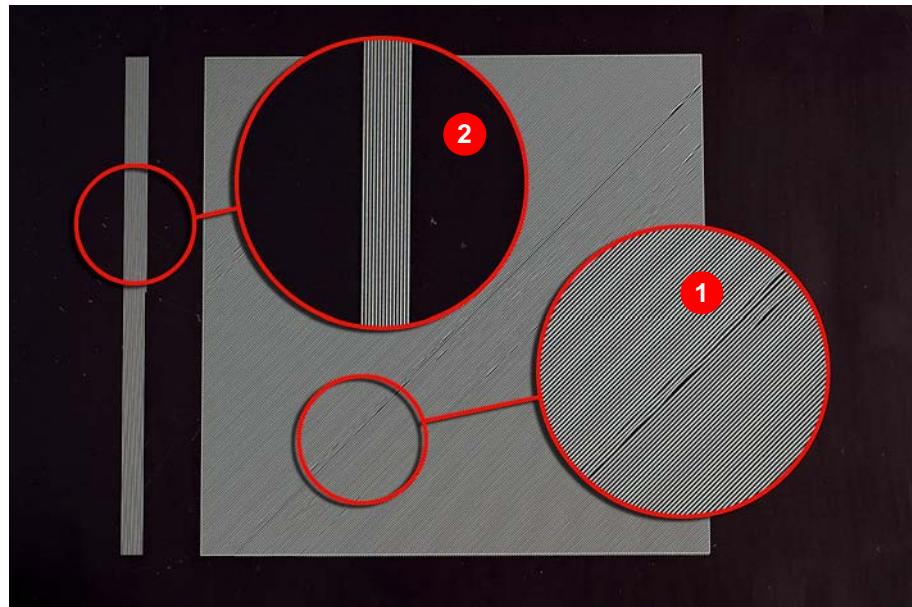


Abbildung 4.8 Positionierfehler Galvokopf

Fehler	Abhilfe
Positionierfehler Galvokopf (1) (X- oder Y-Richtung)	System auf Vibrationen kontrollieren. Galvokopf oder ALI-USB prüfen/tauschen.



### HINWEIS

*Wird die Testmatrix nicht im 45°-Winkel schraffiert, können Fehler evtl. nicht erkannt werden (2).*

## 4.3 Beschriftungsfehler



### HINWEIS

Generell wird empfohlen, die Beschriftung mit einem Referenzmuster zu vergleichen.

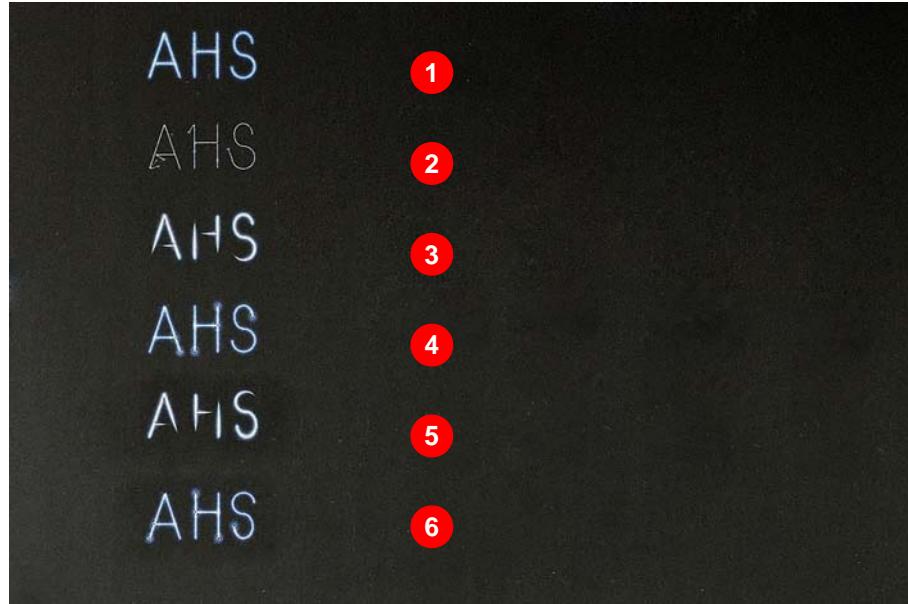


Abbildung 4.9 Beschriftungsfehler

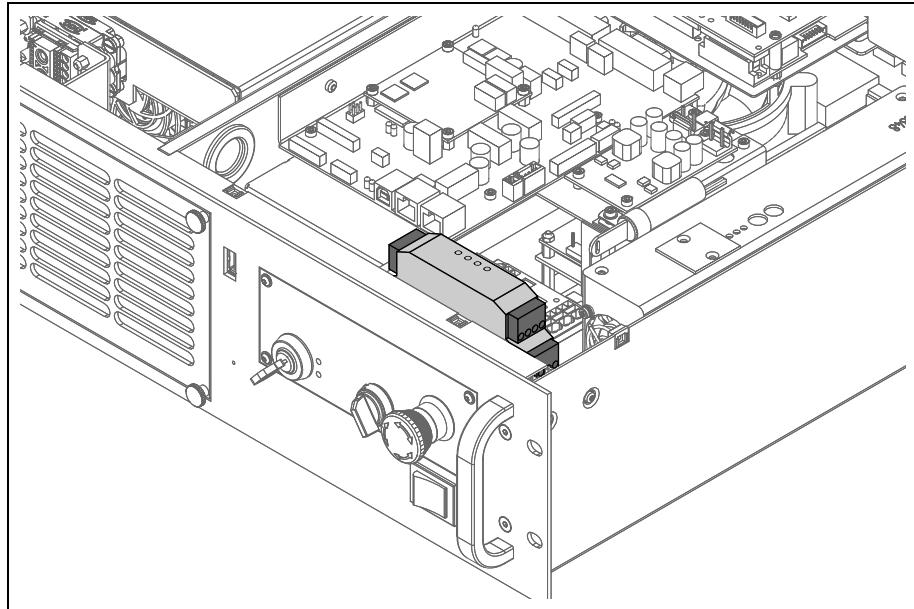
Nr.	Fehler	Abhilfe
1	Kein Fehler	–
2	„Wartezeit Galvo“ zu kurz.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Parameter und Hardware prüfen.</li></ul>
3	Erstpuls zu stark gedämpft.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Parameter und Hardware prüfen.</li></ul>
4	Erstpuls zu stark gedämpft oder „Wartezeit Strahl ein“ zu stark Negativ.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Parameter und Hardware prüfen.</li></ul>
5	„Wartezeit Strahl aus“ zu kurz.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Parameter und Hardware prüfen.</li></ul>
6	Erstpuls zu wenig gedämpft oder „Wartezeit Galvo“ zu lang oder „Wartezeit Strahl ein“ zu stark Positiv.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Parameter und Hardware prüfen.</li></ul>

## 4.4

**Fokussierfehler**

<b>Fehler</b>	<b>Mögliche Ursache</b>	<b>Abhilfe</b>
Abgebildeter Strich ist zu breit ( $>50 \mu\text{m}$ gegenüber Einstellung)	Laserparameter fehlerhaft  Zu beschriftendes Material fehlerhaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfen und einstellen.</li> <li>• Materialcharge prüfen.</li> <li>• Korrektes Material verwenden.</li> </ul>
	Fokussierfehler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fokus einstellen.</li> <li>• Schutzgläser überprüfen (Staub, Flecken, Einbrände, Verfärbungen).</li> <li>• Strahlauflaufweitung überprüfen (korrekte Divergenzeinstellung, Staub, Flecken, Einbrände, Verfärbungen).</li> <li>• IR-Fokussierlinse überprüfen (korrekte Einstellung, Staub, Flecken, Einbrände, Verfärbungen).</li> <li>• Optik überprüfen (optische Kontrolle, Reinigung, Austausch mit entsprechender Feldkorrektur).</li> <li>• Resonatormodul überprüfen (bei Defekt austauschen).</li> </ul>
	Rundheit des Strahls (Elliptizität) fehlerhaft	<p><b>HINWEIS</b></p> <p><i>Testbeschriftung mit Prozessparametern im Fokus auf Rundheit prüfen. Dazu ein Kreuz mit Linien in <math>0^\circ</math> und <math>90^\circ</math> sowie ein Kreuz mit <math>45^\circ</math> Ver- satz erstellen.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wenn fehlerhaft, Rundheit des Strahls (Elliptizität) nach Fokussieroptik, EM-Modul und IR-Resonatormodul mit WinCam prüfen.</li> <li>• Fehlerhafte Komponente austauschen.</li> </ul>

## 4.5 Not-Halt-Kreis



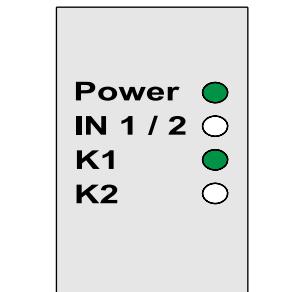
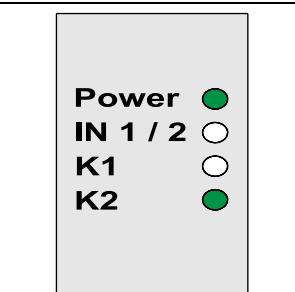
**Abbildung 4.10** Lage des Not-Halt-Relais im Versorgungseinschub

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Not-Halt-Kreis in Ordnung.</li> </ul>	-
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versorgungsspannung nicht vorhanden.</li> <li>• Querschluss zwischen Verriegelungskreis S11 / S12 und S21 / S22.</li> <li>• Kurzschluss: zwischen den Kontaktstellen A1 und A2.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versorgungsspannung anlegen.</li> <li>• Querschluss entfernen.</li> <li>• Kurzschluss entfernen.</li> </ul>

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Sicherheitsfunktion hat ausgelöst.</li> <li>Die Aktivierungs- oder Verriegelungsschaltungen sind falsch oder gar nicht angeschlossen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gedrückten Not-Halt-Taster entriegeln.</li> <li>Siehe „Not-Aus-Funktion“ im Schaltplan.</li> <li>Anschlüsse der Schaltungen überprüfen.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fehler in Reset-Schaltung: Freigabekontakt(e) von K1 und K2 fehlerhaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Startkreis S33 / S34 prüfen (d. h. Kontakte K1**-Relais).</li> <li>Sicherheitsrelais ersetzen.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fehler in Reset-Schaltung. Freigabekontakt(e) von K1 defekt.</li> <li>Unterbrechung zwischen S11 und S12.</li> <li>Kurzschluss zwischen S21 und S22. Fehlererkennung bei nächster Anforderung.</li> <li>Versorgungsspannung zu niedrig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sicherheitsrelais ersetzen.</li> <li>Kreis S11 und S12 überprüfen (ausschalten und neu starten).</li> <li>Kurzschluss entfernen.</li> <li>Versorgungsspannung anpassen.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fehler in Reset-Schaltung. Freigabekontakt(e) von K2 fehlerhaft.</li> <li>Unterbrechung zwischen S21 und S22.</li> <li>Kurzschluss zwischen S11 und S12.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sicherheitsrelais ersetzen.</li> <li>Kreis S21 und S22 überprüfen (ausschalten und neu starten).</li> <li>Kurzschluss entfernen.</li> </ul>

## Fehlersuche und Fehlerbehebung

### Not-Halt-Kreis

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
	<ul style="list-style-type: none"><li>Unterbrechung zwischen S21 und S22.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Kreis S21 und S22 überprüfen.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>Unterbrechung zwischen S11 und S12.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Kreis S11 und S12 überprüfen.</li></ul>

## 4.6 Messen der Laserleistung



### GEFAHR

#### **Geöffnetes Lasersystem, fehlende Sicherheitseinrichtungen!**

Bei geöffnetem Lasersystem und/oder entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
- Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
- Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
- Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!



### HINWEIS

Zum Messen der Laserleistung wird ein Leistungsmessgerät mit auf den Lasertyp abgestimmten Messadaptoren benötigt. Die Betriebsanleitung des Messgerätes ist unbedingt zu beachten!



### HINWEIS

Um reproduzierbare Messergebnisse zu erhalten und ein Überhitzen des Messkopfes zu verhindern wird empfohlen, den als Zubehör erhältlichen „Adapter Kühlung Messkopf“ zu verwenden, wenn ein entsprechend gekühlter Messkopf verwendet wird. 30 Sekunden Einpeigelzeit des Messgerätes sind zu beachten!



### HINWEIS

Vor Beginn der Messungen Aufwärmzeit des Lasersystems abwarten. 15 min Vorlaufzeit + 30 min Aufwärmzeit.



### HINWEIS

Gemessene Leistungswerte notieren, um diese als Vergleichswerte für spätere Messungen zu Hand zu haben.



### HINWEIS

Es dürfen nur kalibrierte Messgeräte mit Messköpfen mit geeigneter Auflösung eingesetzt werden (min. 0,01 W).

Messgeräte sind jährlich zu kalibrieren.

## Fehlersuche und Fehlerbehebung

### Messen der Laserleistung

Für Laserleistungsmessungen sind vor der Messung die nachfolgenden Vorehrungen zu treffen:

Configuration [id = 44]	attribute [active]	set / Value
ConfigInfo	SDO command queue size	64
Interfaces	TPDO attributes 0	tpdo1
AxesControl	TPDO attributes 1	tpdo2
Laser	TPDO attributes 2	tpdo3
Laser_LSC	Current	
	current set delay [ms]	250
	diagnostic	
	Beam protection time [s]	20
	General	
	LSC Mode	VLM Mode
	Shutter and process warning active	<input type="checkbox"/>
	Options	
	Beam protection time enabled	<input checked="" type="checkbox"/>
	Gate Monitoring activated	<input type="checkbox"/>
	Shutter Protection Time enabled	<input checked="" type="checkbox"/>

Abbildung 4.11 LaserConsole

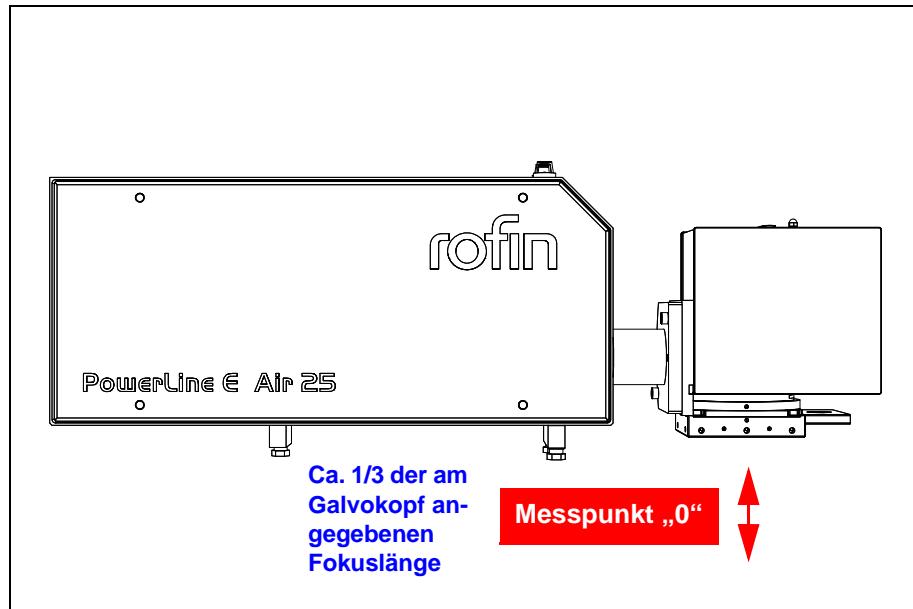
1. PC starten und WINDOWS® hochfahren.
2. „LaserConsole > LaserDisplay“ starten.
3. In der Baumansicht „Laser >Laser\_LSC“ auswählen.
4. Unter „Options“ Aktivierung der Strahlschutzzeit überprüfen und ggf. den Wert „Beam time protection enabled“ deaktivieren ([siehe Abbildung 4.11](#)).



### HINWEIS

*Einstellung nach dem Beenden der Justagearbeiten wieder aktivieren (sofern vorher aktiv).*

#### 4.6.1 Messpunkte



**Abbildung 4.12** Laserleistung nach dem Galvokopf

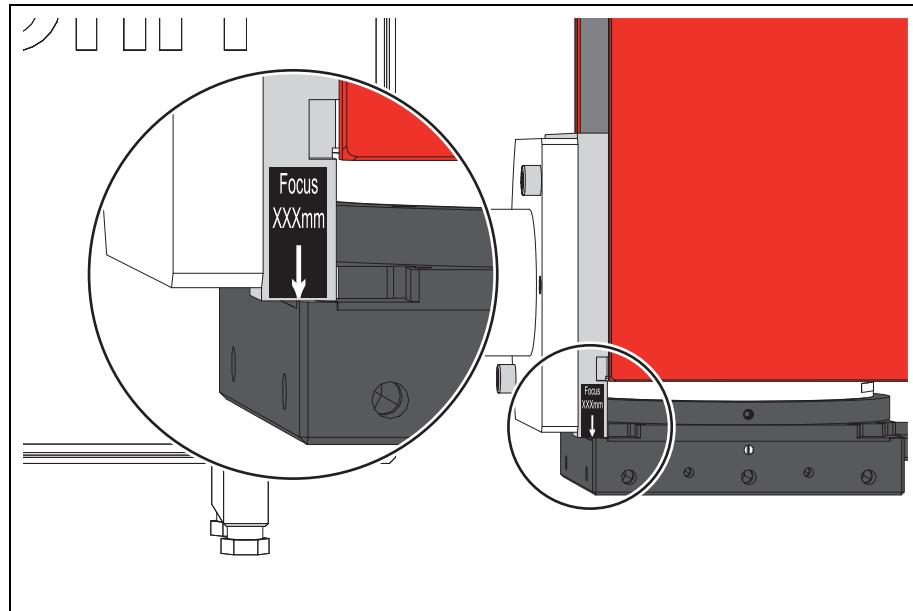


#### VORSICHT

##### Beschädigungsgefahr!

Bei falsch eingestelltem Messabstand besteht Beschädigungsgefahr für den Messkopf!

- Die Laserleistung nach dem Galvokopf ist grundsätzlich außerhalb des Fokus zu messen, um Einbrände oder andere Beschädigungen am Messkopf auszuschließen!



**Abbildung 4.13** Fokusabstand messen

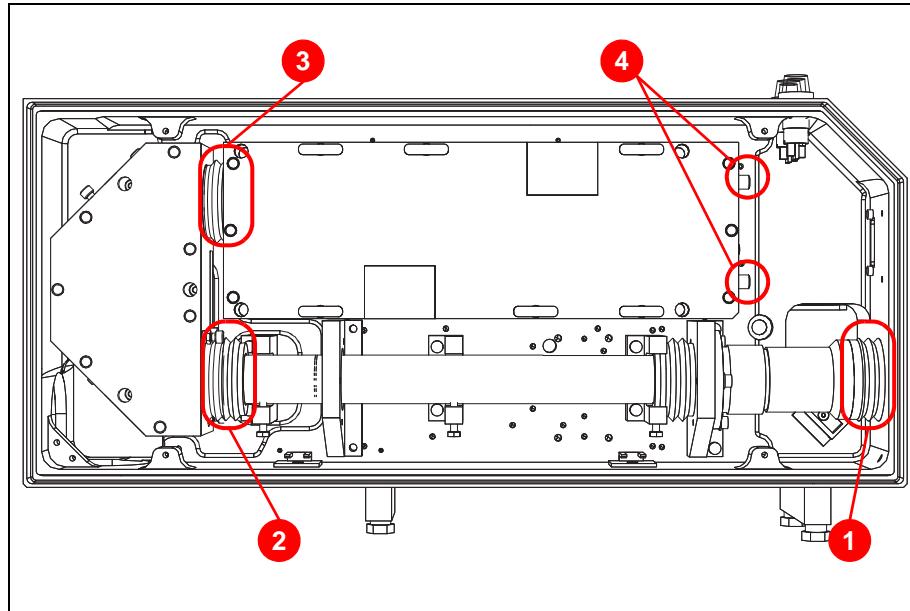


#### HINWEIS

Zum Beispiel bei einer Brennweite von 343 mm maximal 110 bis 120 mm unterhalb des Schutzglases messen!

## Fehlersuche und Fehlerbehebung

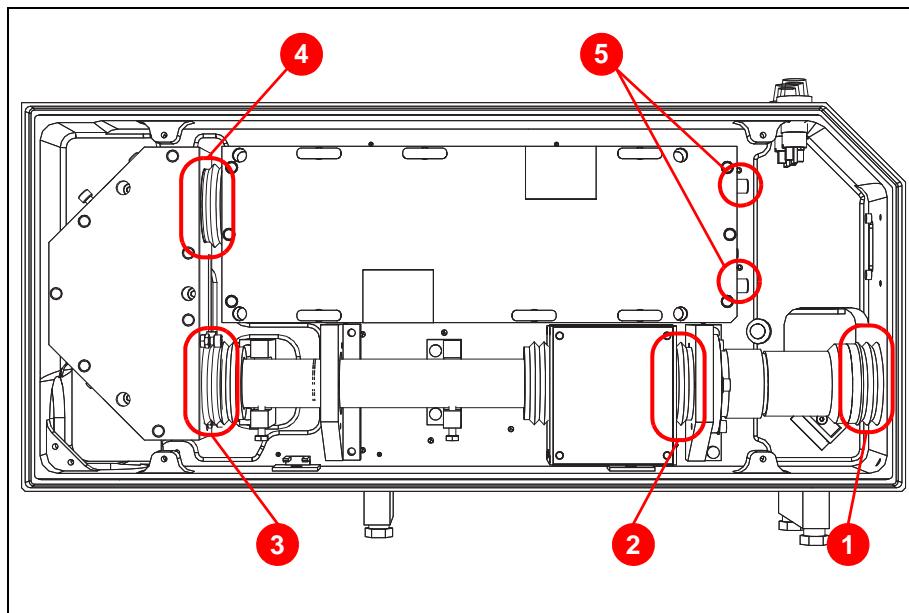
### Messen der Laserleistung



**Abbildung 4.14** Lasersysteme in Basisausstattung

Nr.	Messpunkt
1	Galvoflansch <sup>1)</sup>
2	Ausgang Umlenkeinheit
3	Ausgang Resonatormodul
4	Diodenleistung Faserende

<sup>1)</sup> Messung mit und ohne eingebaute Strahlaufweitung durchführen.



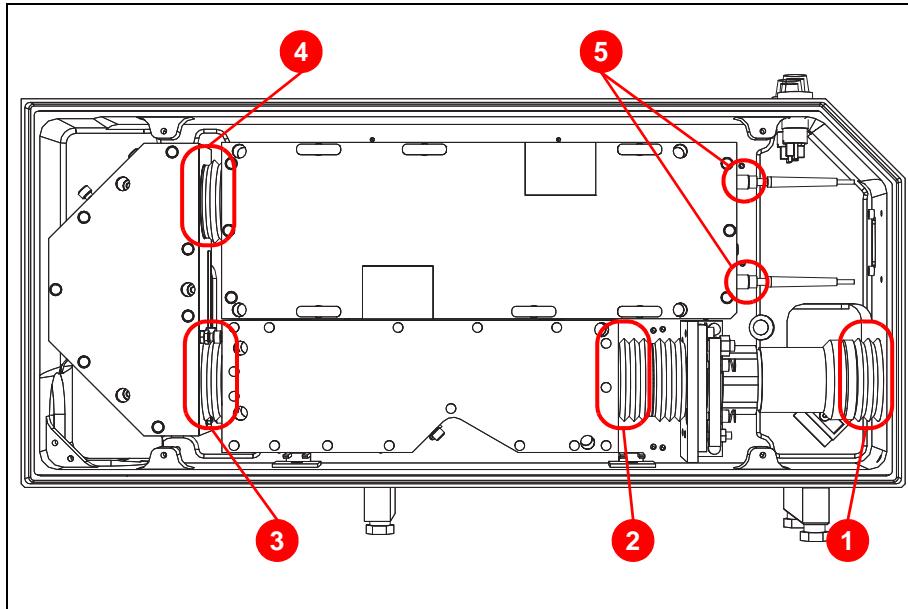
**Abbildung 4.15** Lasersystem mit Positionierlaser

Nr.	Messpunkt
1	Galvoflansch <sup>1)</sup>
2	Ausgang Positionierlaser
3	Ausgang Umlenkeinheit
4	Ausgang Resonatormodul
5	Diodenleistung Faserende

<sup>1)</sup> Messung mit und ohne eingebaute Strahlaufweitung durchführen.

## Fehlersuche und Fehlerbehebung

### Messen der Laserleistung



**Abbildung 4.16** Lasersystem mit Externem Modulator

Nr.	Messpunkt
1	Galvoflansch <sup>1)</sup>
2	Ausgang externer Modulator
3	Ausgang Umlenkeinheit
4	Ausgang Resonatormodul
5	Diodenleistung Faserende

<sup>1)</sup> Messung mit und ohne eingebaute Strahlaufweitung durchführen.

Lasertyp	Leistung
HP/HQ - 1064 nm beim RSM PowerLine E Air-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>CW HP: 10,5 - 11 W</li> <li>CW HQ: 8,5 - 9 W</li> </ul>
1064 nm beim PowerLine E Air (ITX)-25	<ul style="list-style-type: none"> <li>CW HQ: min. 24 W, max. 25 W</li> </ul>
1064 nm beim PowerLine E Air (ITX)-30	<ul style="list-style-type: none"> <li>CW HP: min. 25 W, max. 27 W</li> </ul>
1064 nm beim PowerLine E Air (ITX)-25 EM	<p>Am Messpunkt 1 mit 100 % EM und Default-Strom</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CW: min. 25 W, max. 26 W</li> <li>@ 70 kHz: min. 24 W, max. 25 W</li> </ul>



### HINWEIS

Die Werte beziehen sich auf den maximalen Diodenstrom bei 30 W (RSM PowerLine E Air-10) bzw. 30 W (RSM PowerLine E Air-25/-30) Ausgangsleistung vom Diodenmodul. Diese Werte sind die Mindestwerte, gemessen am Galvoflansch mit Strahlaufweitung 1,5 - 2,0.

## 4.6.2 Grundsätzlicher Ablauf der Leistungsmessung



### HINWEIS

Vor der Durchführung einer Leistungsmessung sind grundsätzlich die Randbedingungen zu prüfen (Wassertemperatur, Durchfluss, Raumtemperatur).

---

1. Shutter gegen Einschalten sichern.



### WARNUNG

#### Laserstrahlung!

Unfall-/Verletzungsgefahr durch Laserstrahlung!

- Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen!
- 

2. Messkopf positionieren.



### VORSICHT

#### Beschädigungsgefahr!

Bei falschen Einstellungen kann das Messgerät beschädigt werden.

- Messgerät auf die Wellenlänge des Lasers einstellen!
  - Betriebsanleitung des Messgerätes beachten!
- 

3. Hauptschalter der Laseranlage einschalten.



### GEFAHR

#### Geöffnetes Lasersystem, fehlende Sicherheitseinrichtungen!

Bei geöffnetem Lasersystem und/oder entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
  - Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
  - Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
  - Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!
- 

4. Shutter öffnen.
5. Messung durchführen.
6. Shutter schließen.
7. Messkopf entfernen.
8. Hauptschalter ausschalten, um das Not-Halt-Relais für den Neustart zurückzusetzen.
9. Komponenten vollständig montieren.
10. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
11. Laseranlage in Betrieb nehmen.

## 4.6.3 Leistungsmessung im Arbeitspunkt

### 4.6.3.1 Durchführen der Messung

1. Leistungsmessgerät auf die zu messende Wellenlänge einstellen.
2. Galvoposition „Feldmitte“ einstellen.
3. Messkopf mit geeigneten Mitteln unter dem Galvokopf positionieren (bei ca. 1/3 der am Galvokopf angegebenen Fokuslänge).



#### VORSICHT

##### Beschädigungsgefahr!

Bei falsch eingestelltem Messabstand besteht Beschädigungsgefahr für den Messkopf!

- Die Laserleistung nach dem Galvokopf ist grundsätzlich außerhalb des Fokus zu messen, um Einbrände oder andere Beschädigungen am Messkopf auszuschließen!



#### HINWEIS

Bei einer Brennweite von 343 mm maximal 110 bis 120 mm unterhalb des Schutzglases messen!

4. Hauptschalter der Laseranlage einschalten.



#### GEFAHR

##### Geöffnetes Lasersystem, fehlende Sicherheitseinrichtungen!

Bei geöffnetem Lasersystem und/oder entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
- Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
- Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
- Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!

5. Shutter öffnen.
6. Messung durchführen (siehe Punkt 4.6, Seite 4-16).



#### HINWEIS

30 Sekunden Einpegezeit des Messgerätes beachten!

7. Gemessene Leistung mit dem Logbucheintrag vergleichen, um evtl. Leistungsverluste zu erkennen.



#### VORSICHT

##### Beschädigungsgefahr!

Ohne ausreichende Kühlung kann der Messkopf beschädigt werden!

- Wird ein wassergekühlter Messkopf verwendet, ist der optional erhältliche Kühler einzusetzen!

8. Shutter schließen.

**9.** Stabilitätstest durchführen.

**Stabilitätstest hinsichtlich Leistungsschwankungen durchführen:**

1. Strahl einschalten.
  - Nach 2 Minuten müssen 95 % von 25 W bei 70 kHz erreicht werden.
  - 20 Minuten mit Messgerät messen und loggen.
  - Kurve abspeichern.
  - Dabei müssen die Schwankungen weniger als  $\pm 10\%$  betragen. (min. 22,5 W, max. 27,5 W)
2. Sollte die Stabilität nicht erreicht werden, sind EM-Modul, Resonator, Dioden, Fasern, HF-Generator, Netzteil HPC und LCS in der aufgelisteten Reihenfolge zu tauschen.



**HINWEIS**

*Nach jedem Komponentenwechsel Test wiederholen, bis die Stabilität erreicht wird.*

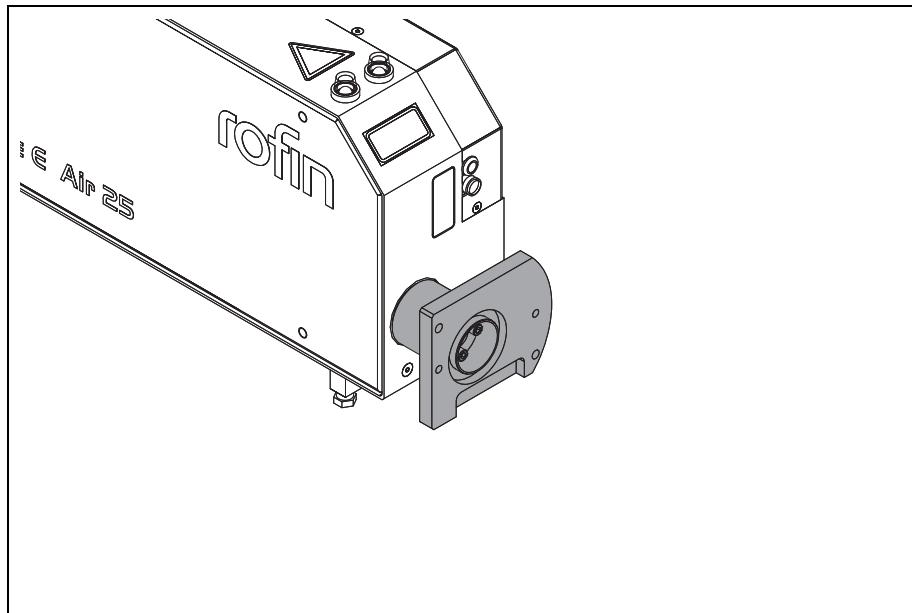
3. Wenn der Komponentenwechsel keine Verbesserung der Stabilität bringt, sind Schutzglas, Objektiv, Galvo und Strahlaufweitung inkl. deren mechanischer Anbindung zu überprüfen/ zu tauschen.

#### 4.6.3.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungsverlust gegenüber dem Logbucheintrag	Verschmutzung und/oder Beschädigung Schutzglas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinigung, Austausch-durchführen.</li> </ul>
	Verschmutzung und/oder Beschädigung Fokussieroptik, Strahlaufweitung, Galvospiegel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitere Messungen durchführen (<a href="#">siehe Punkt 4.6.4, Seite 4-25</a>).</li> </ul>

## 4.6.4 Leistungsmessung am Galvoflansch

### 4.6.4.1 Durchführen der Messung



**Abbildung 4.17 Leistungsmessung am Galvoflansch**

1. Galvokopf demontieren.
2. Leistungsmessgerät auf die zu messende Wellenlänge einstellen.
3. Messkopf mit geeigneten Mitteln vor dem Galvoflansch positionieren.
4. Messung durchführen ([siehe Punkt 4.6, Seite 4-16](#)).



#### HINWEIS

*30 Sekunden Einpegezeit des Messgerätes beachten!*

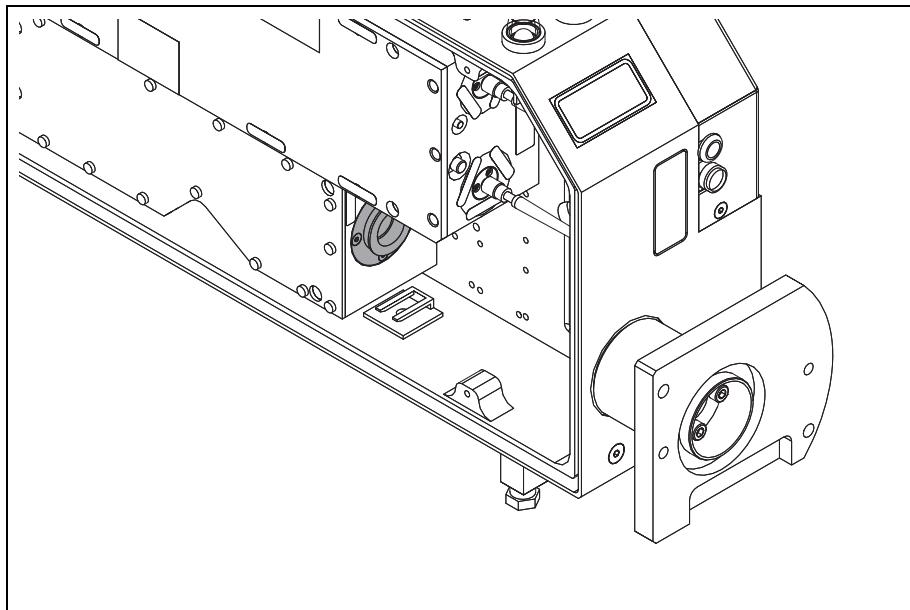
5. Gemessene Leistung mit der nach dem Galvokopf vergleichen, um evtl. Leistungsverluste zu erkennen.

#### 4.6.4.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungserhöhung gegenüber der Messung im Arbeitspunkt	Verschmutzung, Beschädigung Schutzglas, Fokussieroptik, Strahlaufweitung, Galvospiegel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reinigung, Austausch-durchführen.</li> </ul> <p><b>HINWEIS</b></p> <p><i>Bei Beschädigung am Galvokopf ist der komplette Kopf zu wechseln.</i></p>
	Fehler Spannungsversorgung Galvokopf	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spannung messen, ggf. einstellen.</li> <li>Netzteil HPC 848/845 kontrollieren.</li> </ul>
	Defekt Galvokopf	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funktionsprobe durchführen.</li> <li>Ggf. Galvokopf oder ALI-USB, Fokussieroptik wechseln.</li> </ul>
Keine Leistungserhöhung	Vorangestellte Komponenten fehlerhaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weitere Messungen durchführen (<a href="#">siehe Punkt 4.6.5, Seite 4-27</a>).</li> </ul>

## 4.6.5 Leistungsmessung nach dem Externen Modulator

### 4.6.5.1 Durchführen der Messung



**Abbildung 4.18** Leistungsmessung nach dem Externen Modulator

1. Leistungsmessgerät auf die zu messende Wellenlänge einstellen.
2. Strahlaufweitung ausbauen.
3. Messkopf mit geeigneten Mitteln nach dem externen Modulator positionieren.
4. Messung durchführen (siehe Punkt 4.6, Seite 4-16).



#### HINWEIS

*30 Sekunden Einpegezeit des Messgerätes beachten!*

---



#### HINWEIS

*Gemessene Leistung mit der nach der Strahlaufweitung vergleichen, um evtl. Leistungsverluste zu erkennen.*

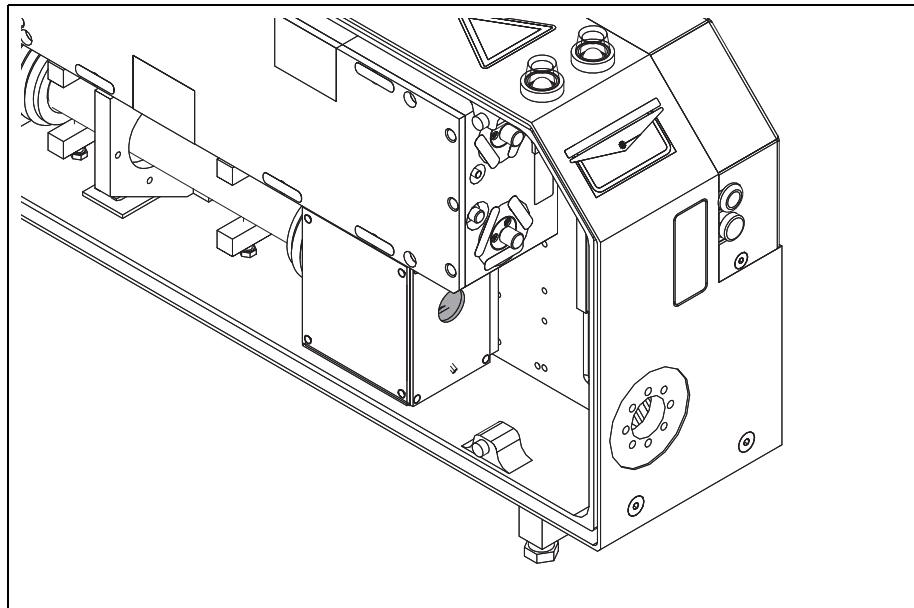
---

#### 4.6.5.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungserhöhung gegenüber der Messung am Galflofansch	Verschmutzung und/oder Beschädigung Strahlaufweitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reinigung, Austausch-durchführen.</li> </ul>
Keine Leistungserhöhung	Vorangestellte Komponenten fehlerhaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weitere Messungen durchführen (<a href="#">siehe Punkt 4.6.6, Seite 4-28</a>).</li> </ul>

#### 4.6.6 Leistungsmessung nach dem Positionierlasermodul

##### 4.6.6.1 Durchführen der Messung



**Abbildung 4.19 Leistungsmessung nach dem Positionierlasermodul**

1. Leistungsmessgerät auf die zu messende Wellenlänge einstellen.
2. Strahlaufweitung ausbauen.
3. Messkopf mit geeigneten Mitteln nach dem Positionierlasermodul positionieren.
4. Messung durchführen ([siehe Punkt 4.6, Seite 4-16](#)).



##### HINWEIS

30 Sekunden Einpegezeit des Messgerätes beachten!



##### HINWEIS

Gemessene Leistung mit der nach der Strahlaufweitung vergleichen, um evtl. Leistungsverluste zu erkennen.

**HINWEIS**

*Bei Lasersystemen mit Kollimierlinse:*

*Messung mit eingebauter/ohne eingebaute Kollimierlinse durchführen.*

---

**4.6.6.2 Auswerten der Messung**

FEHLER	MÖGLICHE URSACHE	ABHILFE
Leistungserhöhung gegenüber der Messung am Galflof lansch	Verschmutzung und/oder Beschädigung Strahlaufweitung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reinigung, Austausch-durchführen.</li></ul>
Leistungserhöhung gegenüber der Messung nach dem Positionierlasermodul	Verschmutzung und/oder Beschädigung Positionierlas-sermodul	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reinigung, Austausch-durchführen.</li></ul>
Keine Leistungserhöhung	Vorangestellte Komponen-ten (z. B. Umlenkspiegel, Shutter, Kollimierlinse) fehlerhaft	<ul style="list-style-type: none"><li>• Weitere Messungen durchführen (<a href="#">siehe Punkt 4.6.7, Seite 4-30</a>).</li></ul>

## 4.6.7 Leistungsmessung am Ausgang der Umlenkeinheit

### 4.6.7.1 Durchführen der Messung

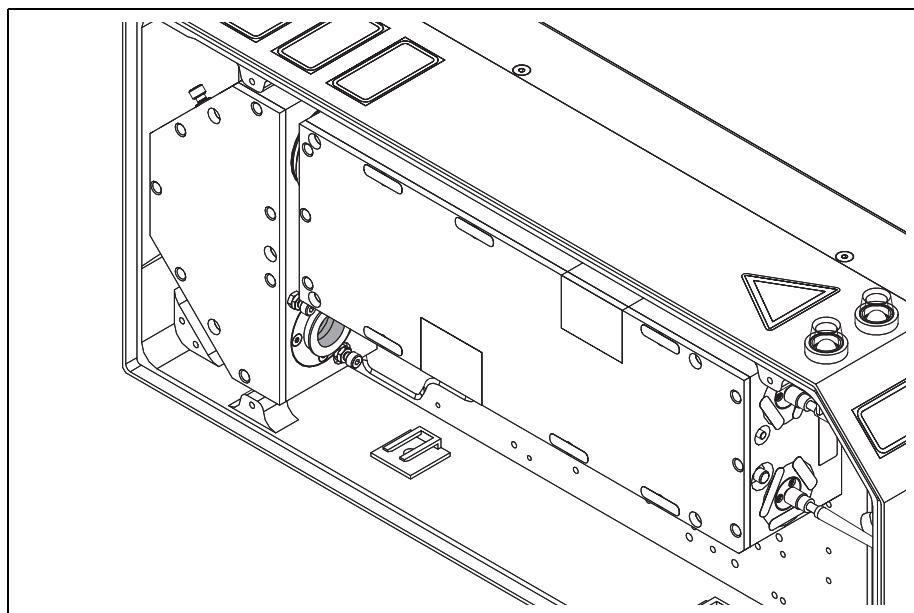


Abbildung 4.20 Leistungsmessung am Ausgang der Umlenkeinheit

1. Leistungsmessgerät auf die zu messende Wellenlänge einstellen.
2. Messkopf mit geeigneten Mitteln nach der Umlenkeinheit positionieren.
3. Messung durchführen ([siehe Punkt 4.6, Seite 4-16](#)).



#### HINWEIS

*30 Sekunden Einpegezeit des Messgerätes beachten!*



#### HINWEIS

*Gemessene Leistung mit der am Galvoflansch vergleichen, um evtl. Leistungsverluste durch die IR-Fokussierlinse zu erkennen.*

### 4.6.7.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungserhöhung gegenüber der Messung mit IR-Fokussierlinse	Verschmutzung/Beschädigung IR-Fokussierlinse	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reinigung durchführen/Komponente wechseln.</li></ul>
Keine Leistungserhöhung	Vorangestellte Komponenten fehlerhaft	<ul style="list-style-type: none"><li>• Weitere Messungen durchführen (<a href="#">siehe Punkt 4.6.8, Seite 4-31</a>).</li></ul>

## 4.6.8 Leistungsmessung am Ausgang des Resonatormoduls

### 4.6.8.1 Durchführen der Messung

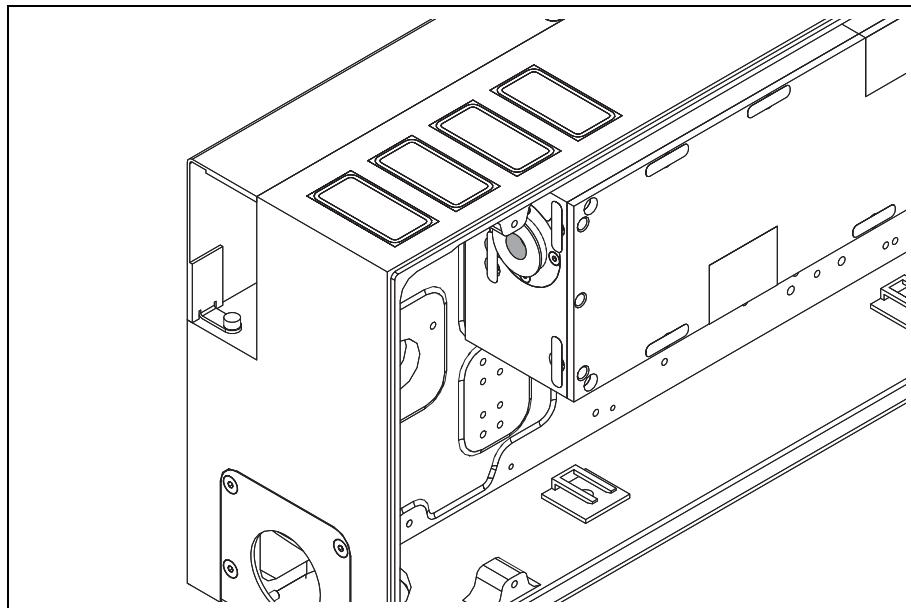


Abbildung 4.21 Leistungsmessung am Ausgang des Resonatormoduls

1. Umlenkeinheit demontieren ([siehe Punkt 3.1.5, Seite 3-11](#)).
2. Umlenkeinheit auf dem Laserkopf abstellen und Anschlussstecker (-X25) wieder einstecken.
3. Leistungsmessgerät auf die zu messende Wellenlänge (**1064 nm**) einstellen.
4. Messkopf am Ausgang des Resonatormoduls positionieren.



#### GEFAHR

##### **Laserstrahlung! Shutter ohne Sicherheitsfunktion!**

Ablenken des Laserstrahls durch den Shutter nicht möglich.

- Laseranlage im Gefahrenfall über Not-Halt stillsetzen!
- 



#### VORSICHT

##### **Beschädigungsgefahr!**

Bei unsachgemäßer Handhabung können Komponenten beschädigt werden.

- Fasern im Inneren des Laserkopfes nicht durch den Laserstrahl beschädigen!
  - Ggf. Strahlschutzbleche verwenden!
  - Strom so gering einstellen, dass die Leistungsdichte nicht ausreicht, den stationären Messkopf zu beschädigen!
  - Der Messkopf darf keinesfalls entfernt werden, solange der Laserstrahl eingeschaltet ist!
- 

5. Messung durchführen ([siehe Punkt 4.6, Seite 4-16](#)).

**HINWEIS**

*30 Sekunden Einpeigelzeit des Messgerätes beachten! Messkopf während der Messung nicht bewegen, um Fehlmessungen zu vermeiden.*

**HINWEIS**

*Gemessene Leistung mit der am Ausgang der Umlenkeinheit vergleichen, um evtl. Leistungsverluste durch die Umlenkeinheit zu erkennen.*

#### 4.6.8.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungserhöhung gegenüber der Messung nach der Umlenkeinheit	Verschmutzung Umlenkspiegel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinigung durchführen.</li> </ul>
	Defekte Beschichtung Umlenkspiegel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umlenkspiegel wechseln.</li> </ul>
	Defekt Shuttermodul	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shuttermodul wechseln.</li> </ul>
	Defekt Resonatormodul (wenn Diodenleistung, HF/ QS und Faser in Ordnung sind)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resonatormodul wechseln.</li> </ul>
	Fehler Restpegel Hard-/Software	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung Resonatormodul.</li> <li>• Einstellung HF-Generator prüfen (Restpegel, Einstellung, Kabel).</li> <li>• Software-Einstellung prüfen.</li> </ul>
Leistungserhöhung im Toleranzbereich	Vorangestellte Komponenten fehlerhaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitere Messungen durchführen (<a href="#">siehe Punkt 4.6.9, Seite 4-33</a>).</li> </ul>

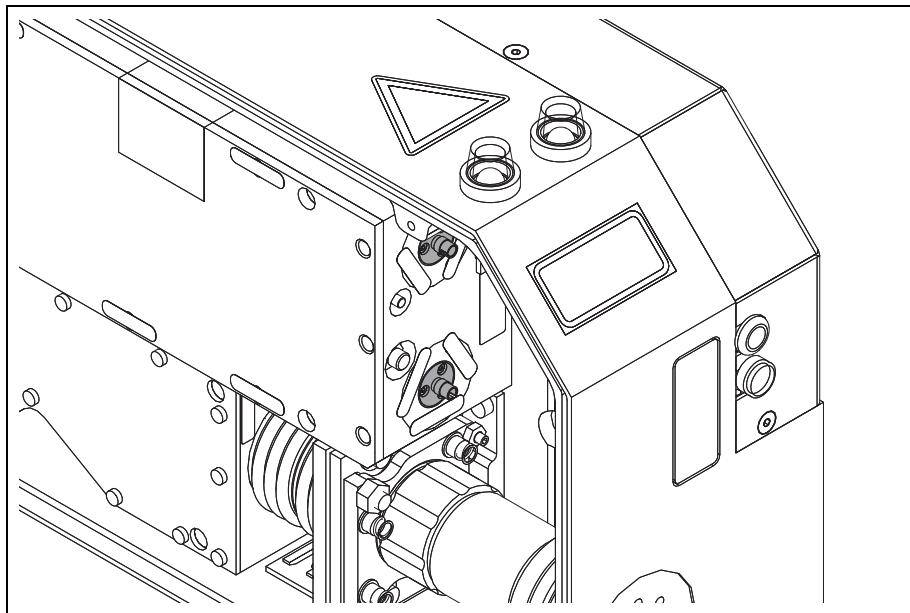
## 4.6.9 Messen der Diodenleistung



### HINWEIS

*Bei der Arbeit mit offenen Faserenden ist unbedingt auf höchste Sauberkeit zu achten.*

### 4.6.9.1 Durchführen der Messung



**Abbildung 4.22** Messen der Diodenleistung

1. Messkopf des Leistungsmessgerätes am Messadapter für die Diodenleistung montieren.
2. Glasfaserleitung vom Resonatormodul abklemmen.
3. Glasfaserleitung an den Messadapter anschließen.
4. Absorber vor dem jeweiligen Anschluss der entfernten Glasfaser am Resonatormodul montieren, um transmittierte Reststrahlung abzuschatten.



### VORSICHT

#### Beschädigungsgefahr des Resonatormoduls!

Durch Rückreflexionen kann das Resonatormodul beschädigt werden.

- Absorber leicht schräg montieren, um Rückreflexionen und damit Beschädigungen am Resonatormodul zu verhindern!
- Anschluss am Resonatormodul keinesfalls mit Staubschutzkappen verschließen!



### VORSICHT

#### Kurzschlussgefahr!

Im Bereich der Warnlampen besteht beim Einbau des Absorbers Kurzschlussgefahr!

- Kontakte der Warnlampen nicht mit dem metallischen Absorber kurzschließen!

5. Messung durchführen (siehe Punkt 4.6, Seite 4-16).
6. Messung an der zweiten Faser durchführen.



## WARNUNG

### Laserstrahlung!

*Unfall-/Verletzungsgefahr durch Laserstrahlung!*

- Lasersystem vor dem Überprüfen auf Verschmutzungen abschalten und gegen Wiedereinschalten sichern!

7. Faserende nach der Messung mit einem Faser-Mikroskop auf Verschmutzung prüfen, ggf. Reinigung durchführen und Faser umgehend montieren.

### 4.6.9.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungsverlust an einem Faserende  <b>i HINWEIS</b> <i>Der maximale Leistungsverlust darf 10 % betragen.</i>	Nachlassende Diodenleistung  Diodenmodul oder Glasfaser defekt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserleistung über die Strombegrenzung (z. B. LaserConsole/MCT) nachstellen.</li> </ul> <p>Fasern tauschen und Messung wiederholen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Fehler tritt am anderen Diodenmodul auf &gt; Glasfaser defekt.</li> <li>b) Fehler tritt am selben Diodenmodul auf &gt; Diodenmodul defekt.</li> </ul>
Leistungsverlust an beiden Faserenden	Nachlassende Diodenleistung  Fehler Spannungsversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserleistung über die Strombegrenzung (z. B. LaserConsole/MCT) nachstellen.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diodenspannung kontrollieren.</li> <li>• Netzteil HPC 848/845 kontrollieren.</li> </ul>
	Fehler Diodenstrom	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diodenstrom messen.</li> <li>• Netzteil HPC 848/845 kontrollieren.</li> <li>• LCS-Karte wechseln.</li> </ul>
	Lebensdauer der Dioden erreicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logbucheintrag prüfen.</li> <li>• &gt;20.000-40.000 h, dann Dioden tauschen/wechseln.</li> </ul>

## Fehlersuche und Fehlerbehebung

Diodenspannung messen

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Keine Leistung	Fehler Spannungsversorgung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diodenspannung kontrollieren.</li><li>• Netzteil HPC 848/845 kontrollieren.</li></ul>
	Fehler Diodenstrom	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diodenstrom messen.</li><li>• Netzteil HPC 848/845 kontrollieren.</li><li>• LCS-Karte wechseln.</li></ul>
	Diodenmodul defekt	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diodenmodule wechseln.</li></ul>

## 4.7 Diodenspannung messen

### 4.7.1 Durchführen der Messung

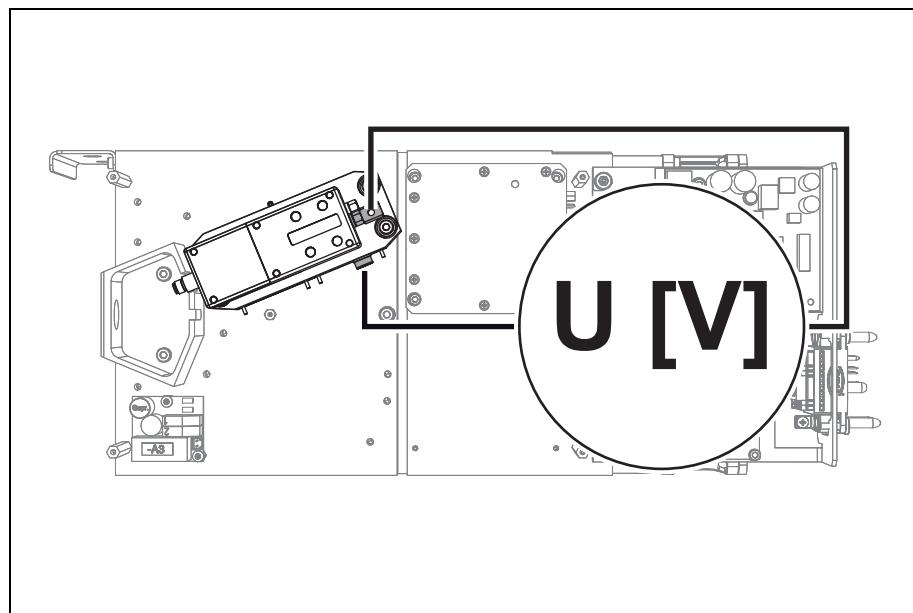
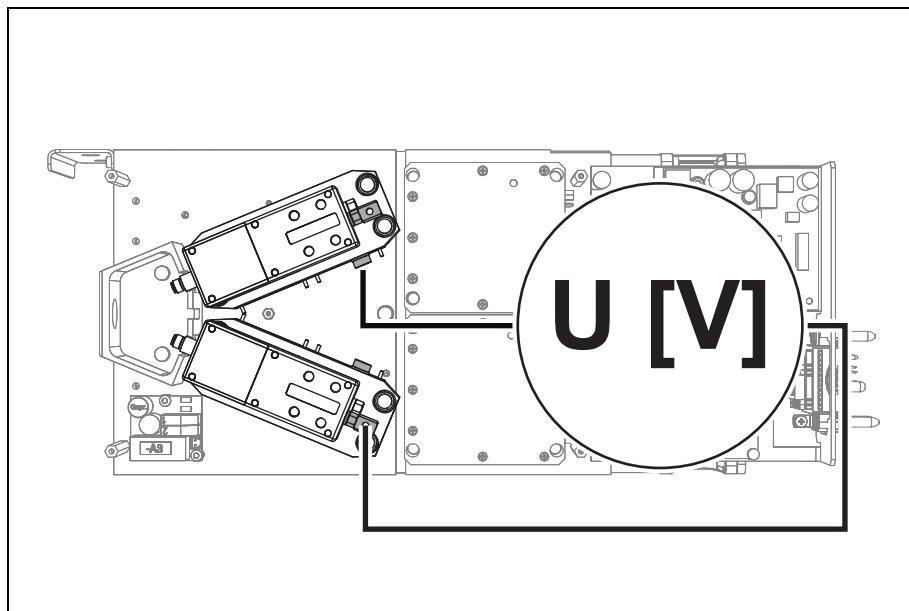


Abbildung 4.23 Spannungsmessung einer Diode

**Abbildung 4.24** Spannungsmessung zwei Dioden

1. Spannung an -X6 des HPC 848/845 prüfen.
2. **RSM PowerLine E Air-10:** Spannung an der Diode messen.  
**RSM PowerLine E Air-25/-30:** Spannung über beiden Dioden messen.

**Messwerte (bei maximalem Strom):**

- Bei einer Diode **~1,7 V bis ~2,0 V**
- Bei zwei Dioden **~3,4 V bis ~4,0 V**

**4.7.2 Auswerten der Messung**

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Spannungsfehler	Kabel defekt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kabel prüfen.</li> </ul>
	Klemmstellen fehlerhaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klemmstellen prüfen.</li> </ul>
	Fehler Spannungsversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HPC 848/845 kontrollieren.</li> </ul>
	Eine/beide Dioden defekt (Kurzschluss)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diodenmodul(e) wechseln.</li> </ul>
Keine Spannung	Fehler Spannungsversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HPC 848/845 kontrollieren.</li> <li>• Kurzschlussbrücke (-X6a) für das/die Diodenmodul(e) verbunden</li> </ul>

## 4.8 Diodenstrom messen

### 4.8.1 Durchführen der Messung

1. Diodenstrom mit Zangen-Amperemeter messen.
2. Gemessenen Stromwert mit dem programmierten Stromwert vergleichen. Die Abweichung darf maximal  $\pm 0,5$  A betragen.



#### HINWEIS

*Das verwendete Zangen-Amperemeter muss entsprechend genau sein. D. h., der Messfehler des Messgerätes darf nicht größer als die Toleranz sein.*

---

### 4.8.2 Auswerten der Messung

FEHLER	MÖGLICHE URSACHE	ABHILFE
REDUZIERTER STROMFLUSS	FEHLER SPANNUNGSVERSORGUNG	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sollspannung von LCS zum HPC 848/845 messen (10 V entsprechen 70 A).</li><li>• Netzteil HPC840 kontrollieren.</li><li>• LCS-Karte wechseln.</li></ul>
	KLEMMSTELLEN FEHLERHAFT	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klemmstellen prüfen (Spannungsmessung an den Diode und am HPC 848/845 durchführen).</li></ul>
KEIN STROMFLUSS	FEHLER SPANNUNGSVERSORGUNG	<ul style="list-style-type: none"><li>• Netzteil HPC 848/845 kontrollieren.</li></ul>
	KABEL DEFekt	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kabel prüfen.</li></ul>
	KLEMMSTELLEN FEHLERHAFT	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klemmstellen prüfen und instandsetzen.</li></ul>

## 4.9 Temperaturmessung Dioden

### 4.9.1 Durchführen der Messung

1. Laseranlage für ca. zehn Minuten bei für die Anlage typischen Maximalstrom einschalten.
2. Temperatur der Koppelstelle zwischen Diodenmodul/Resonatormodul und Glasfaser prüfen (**max. 60 °C**).

### 4.9.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Temperatur zu hoch ( <b>max. 60 °C</b> )	Diodenmodul oder Glasfaser defekt	<p>Zustand der Faserenden prüfen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bei Verschmutzung/ Beschädigung &gt; Faser tauschen.</li><li>• Faser optisch in Ordnung &gt; Diodenmodul prüfen/ tauschen.</li></ul> <p>Fasern tauschen und Messung wiederholen:</p> <p><b>a)</b> Fehler tritt am anderen Diodenmodul auf &gt; Glasfaser defekt.</p> <p><b>b)</b> Fehler tritt am selben Diodenmodul auf &gt; Diodenmodul defekt.</p>

## 4.10 Temperaturmessung Kühlblock

### 4.10.1 Durchführen der Messung

1. Laseranlage für ca. zehn Minuten bei maximalem Strom in Betrieb nehmen.
2. **Lasersysteme mit einer Diode:** Temperatur des Kupferblocks prüfen (**max. 25 °C**).  
**Lasersysteme mit zwei Dioden:** Temperaturmessung am Kupferblock zwischen beiden Dioden (**max. 30 °C**).
3. Gemessene Werte mit Anzeige in der Laser-Console (Generic View > Laser LS > Temperatur Bodenplatte 1) vergleichen. Falls Unterschiede vorhanden sind, Fehlersuche durchführen.

### 4.10.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Temperatur zu hoch	Kühlblock verschmutzt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kühlblock reinigen.</li> </ul>
	Funktionsstörung/Ver-schmutzung der Ventilatoren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionskontrolle/Reini-gung der Ventilatoren.</li> </ul>
	Filtermatten verschmutzt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtermatten reinigen/aus-tauschen.</li> </ul>
	Isolierung der Dioden beschädigt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Austausch der Isolierung.</li> </ul>
	Peltier-Elemente defekt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Austausch des komplet-ten Kühlkörpers.</li> </ul>
	Regelung des Peltiercontrol-lers fehlerhaft.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peltiercontroller tauschen.</li> </ul>
	Fehler Sensor R5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor tauschen.</li> </ul>
	Umgebungstemperatur zu hoch.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für entsprechende Umgebungstemperatu-ren sorgen.</li> </ul>
	Einschub ist ungünstig einge-baut. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuluft kann nicht richtig angesaugt werden.</li> <li>• Abluft wird gestaut.</li> <li>• Abluft zirkuliert und wird wieder angesaugt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für entsprechende Luft-zirkulation sorgen.</li> </ul>
Temperaturabweichung zwi-schen Messwert und Anzeige in der LaserConsole	Korrektar Offset in der Laser-Console	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offset einstellen (<a href="#">siehe Punkt 4.15, Seite 4-47</a>)</li> </ul>

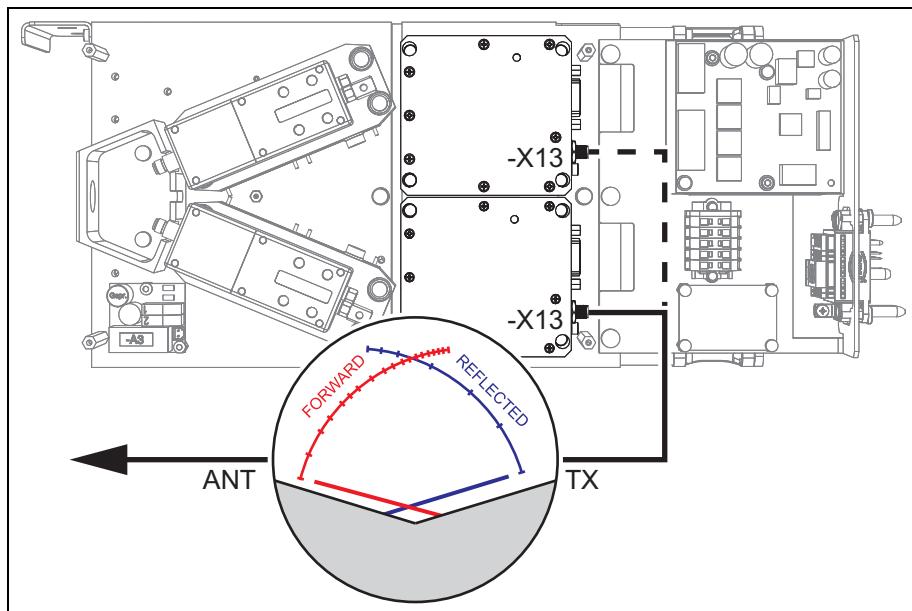
## 4.11 HF-Leistung messen



### HINWEIS

Es werden die HF-Generatoren HG 29-40 und HG 29-80 eingesetzt. HG 29-80 nur bei Lasersystemen mit externem Modulator.

#### 4.11.1 Durchführen der Messung



**Abbildung 4.25** HF-Leistungs- und Stehwellenmessgerät anschließen

1. Spannungsversorgung prüfen (24 V,  $\pm 0,1$  V).
2. Messung mit Logbucheintrag vergleichen.



### HINWEIS

*HF-Leitungen nicht knicken, da sonst die Impedanz der Leitung nicht mehr stimmt!*

3. HF-Leitung -X13 vom HF-Generator abklemmen und an den Anschluss „ANT“ des HF-Leistungs- und Stehwellenmessgerätes anschließen.
4. Anschluss „TX“ des HF-Leistungs- und Stehwellenmessgerätes und HF-Anschluss -X13 des HF-Generators mit Messleitung verbinden.
5. Hauptschalter des Lasersystems einschalten,
6. Schlüsselschalter auf Position „1“ stellen, Shutter geschlossen lassen.
7. Messung durchführen.

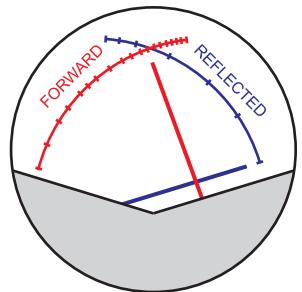
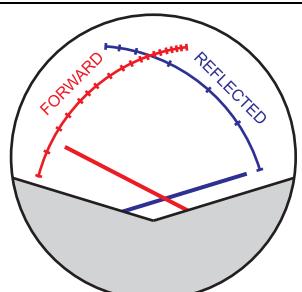
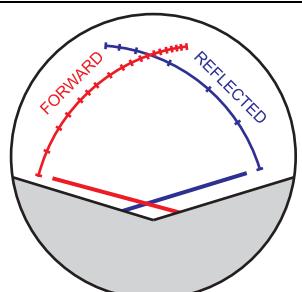
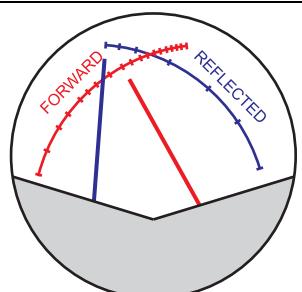


### HINWEIS

*Während der Messung darf kein Markierungsprogramm ausgeführt werden.*

8. Lasersystem ausschalten.
9. System wieder komplettieren.

#### 4.11.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
	<p>Messung in Ordnung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gemessener Wert liegt zwischen 12 und 15 W</li> </ul>	<p>–</p>
	<p>Zu wenig HF-Leistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gemessener Wert &lt;10 W</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spannung 24 V DC an -X5 des HPC 848/845 (-A2) prüfen.</li> <li>Einstellung des HF-Generators prüfen.</li> </ul>
	<p>Fehler HF, keine Leistung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spannung 24 V DC an -X5 des HPC 848/845 (-A2) prüfen.</li> <li>Spannung 24 V DC am HG prüfen -A7 -X12 mit Adapter.</li> <li>LSC prüfen.</li> <li>ALI-USB prüfen.</li> <li>Verkabelung prüfen.</li> </ul>
	<p>HF-Leistung in Ordnung, Rückreflexion Q-Switch</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Knickfreiheit der HF-Leitung prüfen (beschädigte Leitungen austauschen).</li> <li>HF-Kabel zwischen HF-Generator und Resonatormodul prüfen.</li> <li>Resonatormodul wechseln (Q-Switch defekt).</li> </ul>

## 4.12 Restpegel messen

### 4.12.1 Durchführen der Messung

1. Messadapter an -X12 des HG-24-40/80 stecken.
2. Anschlussstecker -X12 an Messadapter stecken.
3. Voltmeter an Pin 1 (-) und Pin 8 (+) des Messadapters anschließen.
4. Laseranlage einschalten.
5. Schlüsselschalter auf Position „1“ stellen.
6. Shutter geschlossen lassen.
7. Laserstrahl einschalten.



#### HINWEIS

*Der Laserstrahl wird auf den internen Messkopf bzw. auf den Absorber gelenkt.*

---

8. Restpegel messen.
9. Laserstrahl ausschalten.
10. Lasersystem ausschalten.
11. System wieder komplettieren.

### 4.12.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Keine Spannung	Messung in Ordnung	–
Spannungsanzeige (>0,05 V)	Restpegelkreis, Ausgangstreiber oder Ansteuerung defekt	<ul style="list-style-type: none"><li>• ALI-USB überprüfen.</li><li>• HF-Generator überprüfen.</li><li>• Verkabelung überprüfen.</li></ul>

## 4.13 Strahl-Ein-Signal messen

### 4.13.1 Durchführen der Messung

1. Messadapter an -X12 des HG-24-40/80 stecken.
2. Anschlussstecker -X12 an Messadapter stecken.
3. Voltmeter an Pin 1 (-) und Pin 3 (+) des Messadapters anschließen.
4. Laseranlage einschalten.
5. Laserstrahl einschalten.
6. Shutter öffnen.
7. Strahl-Ein-Signal messen.
8. Shutter schließen.
9. Laserstrahl ausschalten.
10. Feinmessung mit einem Oszilloskop und einer schnellen Photodiode durchführen.
11. Lasersystem ausschalten.
12. System wieder komplettieren.



#### HINWEIS

*Das Austastsignal kann nur dann gemessen werden, wenn sich die Anlage im Zustand „Betrieb“ befindet und das Kommando „Strahl ein“ per LaserConsole oder durch den Start eines Beschriftungsprogrammes mit entsprechenden Laser-Parametern gegeben wird.*

### 4.13.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Keine Spannung bei „Strahl Aus“ (>0 V bis <0,4 V)	Restpegel in Ordnung	–
Spannungsanzeige bei „Strahl Aus“ ( <b>&gt;0,4 V</b> )	Ansteuerung HF-Generator von LSC oder ALI-USB defekt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALI-USB überprüfen.</li> <li>• LSC überprüfen.</li> <li>• HF-Generator überprüfen.</li> <li>• Verkabelung überprüfen.</li> </ul>
Keine Spannung bei „Strahl Ein“ ( <b>&lt;4,4 V</b> )	Fehler Ansteuerung HF-Generator, LSC oder ALI-USB	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALI-USB überprüfen.</li> <li>• LSC überprüfen.</li> <li>• HF-Generator überprüfen.</li> <li>• Verkabelung überprüfen.</li> </ul>
Spannungsanzeige bei „Strahl Ein“ ( <b>&gt;4,4 V bis ≤5 V</b> )	Signal in Ordnung	–

## 4.14 Regelstrom der Peltier-Elemente testen

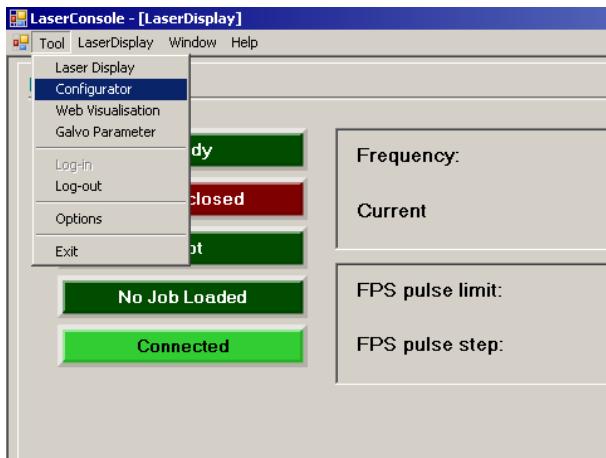


Abbildung 4.26 Configurator aufrufen

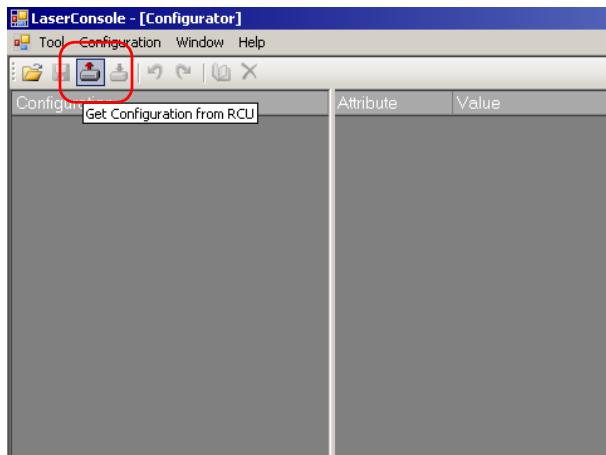


Abbildung 4.27 Konfiguration von der RCU laden

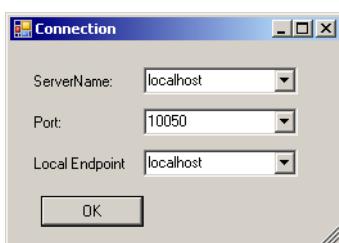
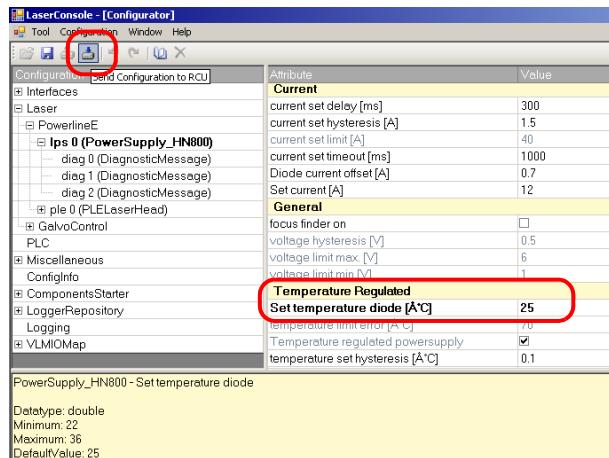


Abbildung 4.28 Verbindung auswählen/ bestätigen

1. In der LaserConsole den Configurator aufrufen (Tool > Configurator).

2. Button „Get Configuration from RCU“ betätigen.

3. Verbindung im Popup-Fenster auswählen und bestätigen.



**Abbildung 4.29** Temperaturwert kontrollieren/  
einstellen



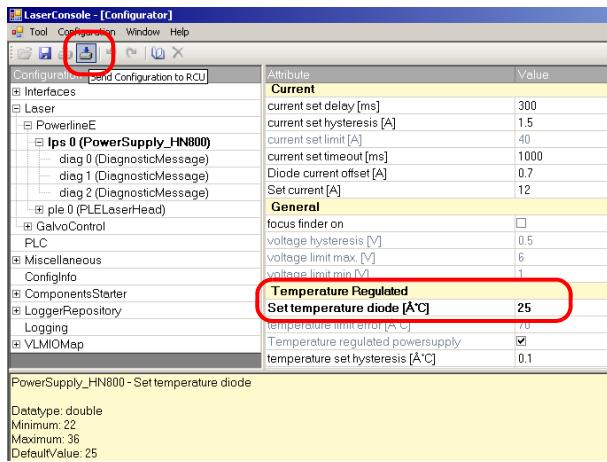
**Abbildung 4.30** Senden bestätigen



## HINWEIS

Aktuell eingestellten Temperaturwert notieren und diesen nach dem Testen wieder eintragen.

4. Aktuellen Temperaturwert (**25 °C**) prüfen und ggf. einstellen.
5. Konfiguration über den Button „Send Configuration to RCU“ an die RCU senden.
6. Senden der Konfiguration bestätigen.
7. RCU-Software beenden und neu starten, um die Änderungen zu übernehmen.
8. Schlüsselschalter am Bedienfeld auf „0“ und wieder auf „1“ (System Ein, Shutter Aus) stellen.



**Abbildung 4.31** Temperaturwerte zum Messen einstellen

9. Stromfluss an den Peltier-Elementen mit Zangen-Ampermeter messen:

- Heizen: Höchstwert für die Temperatur (**28 °C**) einstellen und an die RCU senden (siehe **5.** bis **8.**). Der Stromfluss geht gegen Null.
- Kühlen: Wert für die Temperatur (**22 °C**) einstellen und an die RCU senden (siehe **5.** bis **8.**). Stromfluss kurzzeitig bis **ca. 20 A**.
- Regelbetrieb nach dem Kühlen: Stromfluss bis **ca. 4 A bis 7 A** (abhängig u. a. von der Umgebungstemperatur).



### HINWEIS

*Ein stark verringelter Stromfluss weist auf einen Defekt der Peltier-Elemente hin. In diesem Fall ist der Kühlkörper im Versorgungseinschub zu tauschen.*

- 10. Configurator erneut aufrufen.
- 11. Vorher notierten Höchstwert für die Temperatur wieder einstellen.
- 12. Konfiguration an die RCU senden.
- 13. RCU-Software neu starten.

## Fehlersuche und Fehlerbehebung

Temperatur-Offset in der LaserConsole einstellen

### 4.15 Temperatur-Offset in der LaserConsole einstellen



#### HINWEIS

Hierbei die Hinweise auf den Seiten [4-49](#) und [4-50](#) beachten.

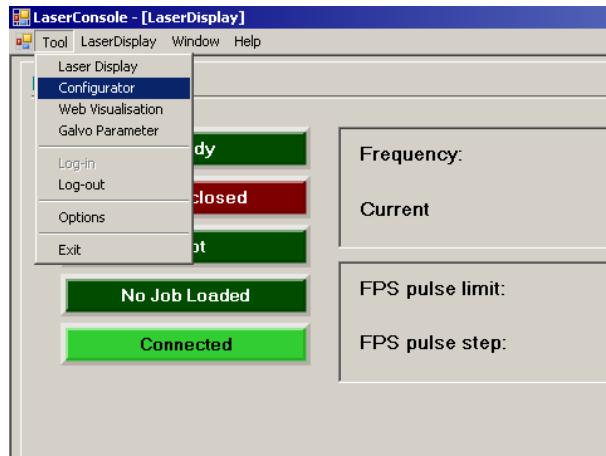


Abbildung 4.32 Configurator aufrufen

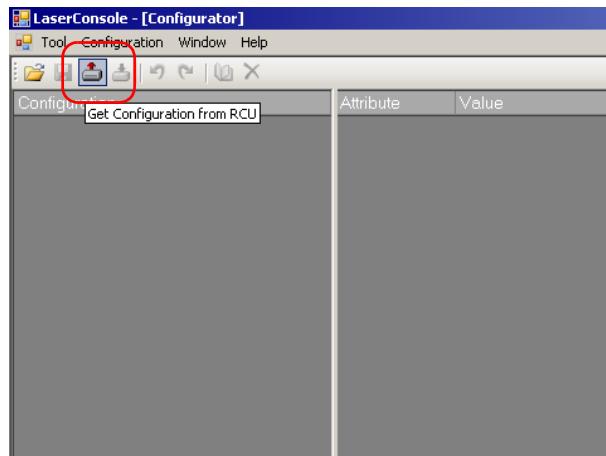


Abbildung 4.33 Konfiguration von der RCU laden

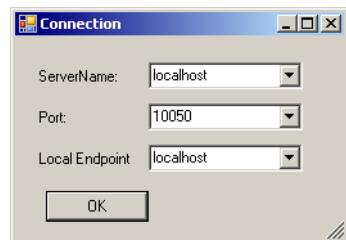
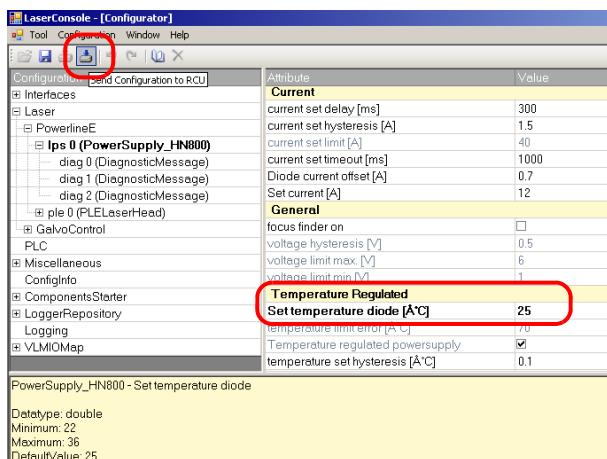


Abbildung 4.34 Verbindung auswählen/bestätigen

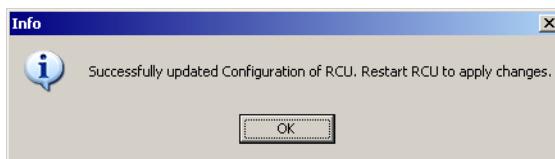
1. In der LaserConsole den Configurator aufrufen (Tool > Configurator).

2. Button „Get Configuration from RCU“ betätigen.

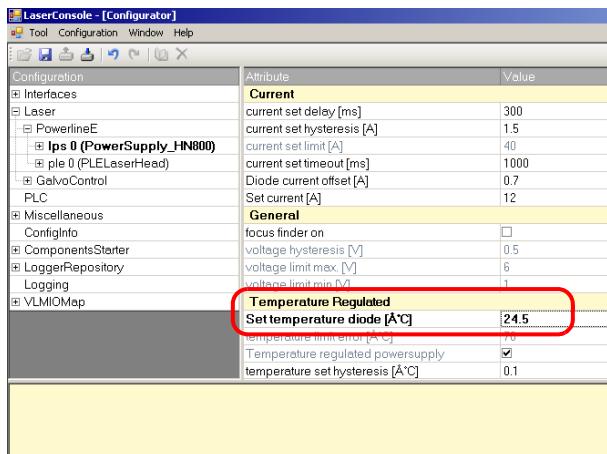
3. Verbindung im Popup-Fenster auswählen und bestätigen.



**Abbildung 4.35 Standardtemperatur einstellen**



**Abbildung 4.36 Senden bestätigen**



**Abbildung 4.37 Temperatur-Offset einstellen**

4. Standardwert für die Temperatur einstellen.

**RSM PowerLine E Air-10:** 25 °C.

**RSM PowerLine E Air-25/-30:**

30 °C.

5. Konfiguration über den Button „Send Configuration to RCU“ an die RCU senden.

6. Senden der Konfiguration bestätigen.

7. RCU-Software beenden und neu starten, um die Änderungen zu übernehmen.

8. Schlüsselschalter am Bedienfeld auf „0“ und wieder auf „1“ (System Ein, Shutter Aus) stellen.

9. Temperaturmessung am Kühlblock durchführen ([siehe Punkt 4.10, Seite 4-39](#)).

10. Configurator erneut aufrufen.

11. Temperatur-Offset einstellen.

**Beispiel:**

Softwareanzeige: 25 °C

Messwert: 25,5 °C

Eintrag im Configurator: 24,5 °C

12. Konfiguration an die RCU senden.

13. RCU-Software neu starten.

14. Übernahme der Kalibrierung durch erneutes Messen überprüfen.

## Fehlersuche und Fehlerbehebung

Temperatur-Offset in der LaserConsole einstellen

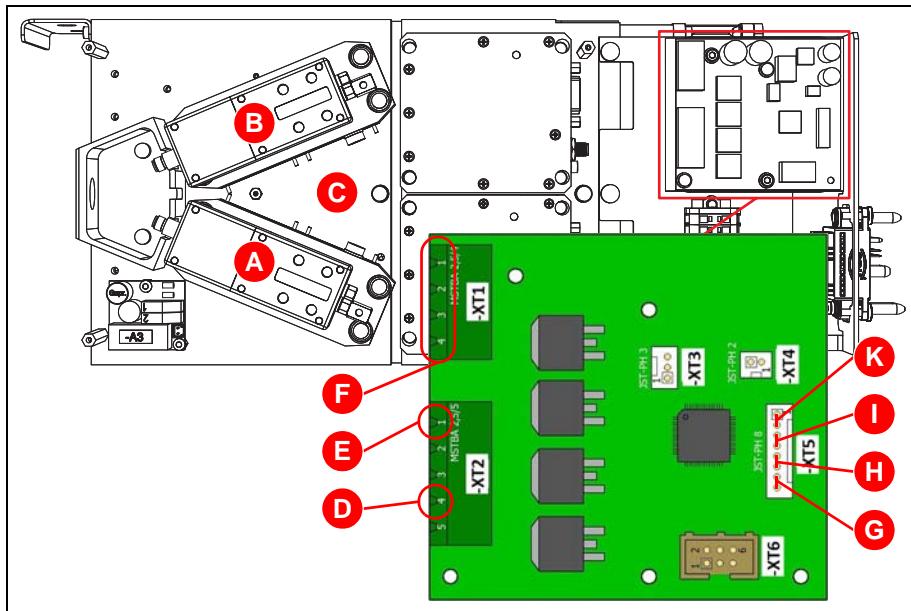


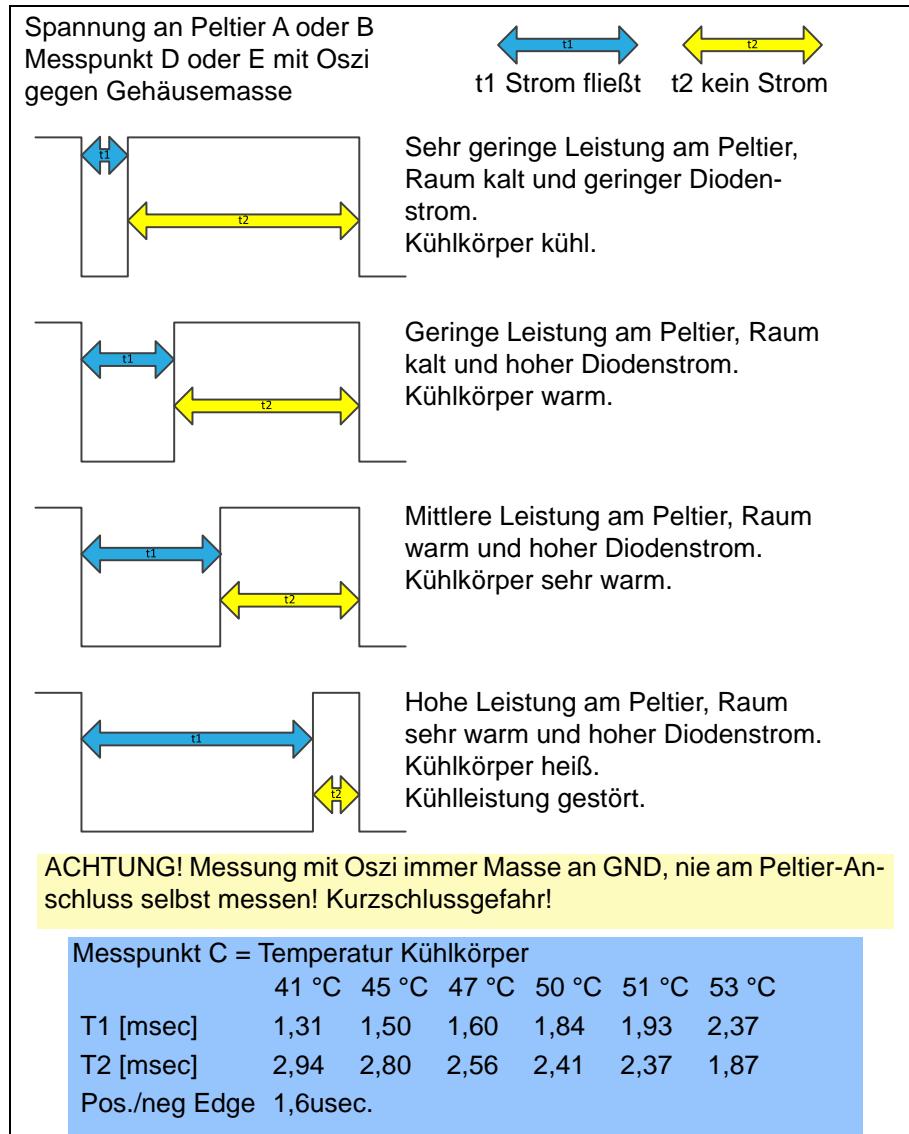
Abbildung 4.38 Messpunkte am Kühlmodul

Ort	Name	Raumtemperatur 23 °C	Raumtemperatur 35 °C
A	Deckel Diode	38,3 °C <sup>1)</sup>	38,3 °C
B	Deckel Diode	37,7 °C	37,3 °C
C	Kühlkörper	41,1 °C	51,3 °C
D	Peltier A Spannung A	2,60 A <sup>2)</sup> 8,31 V <sup>3)</sup>	3,70 A 12,97 V
E	Peltier B Spannung B	2,67 A 8,31 V	3,6 A 12,83 V
F	I Summe U Versorgung	5,3 A 24 V DC	7,30 A 24 V DC
G	U NTC A	1,759 V	1,762 V
H	U NTC B	1,758 V	1,762 V
I	U NTC Reso	-	-
K	U NTC C	3,13 V	2,634 V

1) Temperaturmessungen mit Thermometer mit Anlegefühler.

2) Strommessungen mit Stromzange DC.

3) Spannungsmessungen mit Multimeter DC.



**Abbildung 4.39** Spannungsmessung mit Oszi

## 4.16 Neue ALI-USB-Konfiguration laden

### 4.16.1 Erstes Starten der RCU (SW)



#### HINWEIS

*Alle Laser mit LSC und ALI-USB können bereits OHNE RCU (SW) gestartet werden! Schlüsselschalter von „0“ auf „1“ stellen. So können Laser mit einer längeren Aufwärmphase bereits aufwärmen, während der PC noch startet.*

---

Beim ersten Starten der RCU.exe wird die ALI-USB automatisch geflasht. Dies erkennt man daran, dass die RCU in der Taskleiste ca. 30 s gelb bleibt.

Im Ordner „C:\Rofin\rcu\bin“ befinden sich die beiden Dateien „ALI\_USB.Idr“ und „Ali\_usb\_topsheet\_v3.bit“.

Diese werden beim Flashvorgang umbenannt in „ALI\_USB.Idr.flashed“ und „Ali\_usb\_topsheet\_v3.bit.flashed“.



#### HINWEIS

*Bei jedem Start der RCU wird überprüft, ob „.flashed“ als Endung an den beiden Dateien steht.*

*„.flashed“ vorhanden: RCU wird umgehend gestartet.*

*„.flashed“ nicht vorhanden: ALI-USB wird erst geflasht, dann wird die RCU gestartet.*

---

Sollte es notwendig sein, die ALI-USB zu flashen (z. B. nach Tausch oder Fehlerfall), Dateiendung „.flashed“ bei beiden Dateien löschen und RCU starten.

### 4.16.2 Treiber für ALI-USB und LSC installieren



#### HINWEIS

*Die LSC-Karte wird im Device-Manager als „RCU-USB-Interface“ bezeichnet. „ALI-USB“ taucht dort zweimal auf.*

---

1. Systemsteuerung/Geräte-Manager aufrufen.
2. Rechtsklick auf den Ersten der drei markierten Einträge.
3. „update driver software“ wählen.
4. „Browse my computer for driver SW“ anklicken.
5. Im nächsten Fenster auf „browse“ klicken und den Ordner „C:\Rofin\Support\FTD2xx“ auswählen.
6. „OK“ und anschließend „NEXT“ anklicken.
7. Beim Sicherheitshinweis „install this driver software anyway“ auswählen.
8. Vorgang bei den beiden anderen Einträgen wiederholen.

## 4.17 ALI-USB-Systemeinstellungen kontrollieren

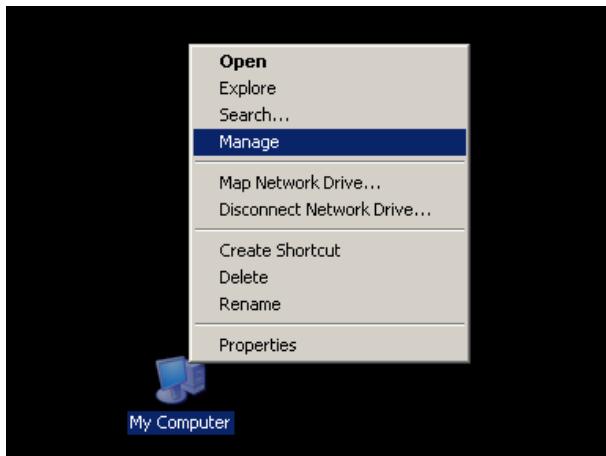


Abbildung 4.40 Computerverwaltung aufrufen

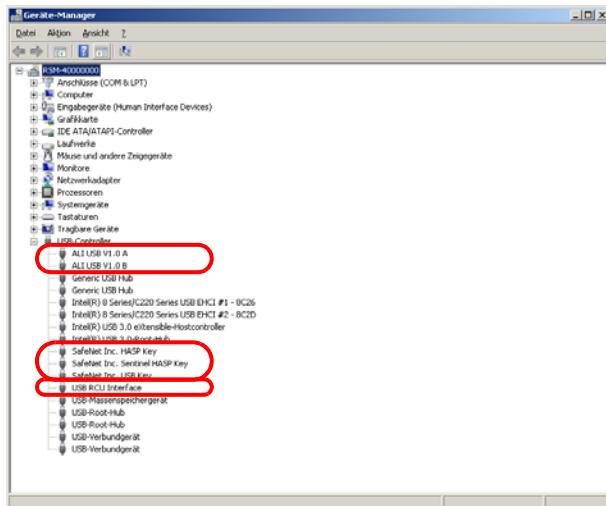


Abbildung 4.41 Gerätetypen

1. Computerverwaltung aufrufen (Rechtsklick auf „Arbeitsplatz > Verwalten“).

2. Gerätetypen öffnen.
3. Unter „USB-Controller“ das Vorhandensein der ALI-USB und USB RCU Interface prüfen. Ebenso das Vorhandensein des USB-VLM Dongles prüfen.

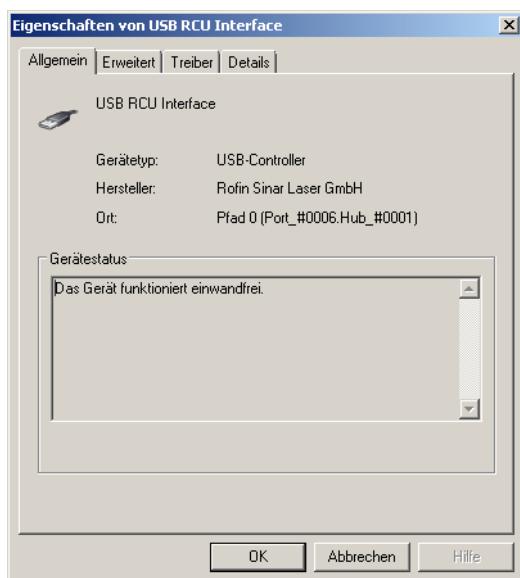
### i HINWEIS

Die LSC-Karte wird im Device-Manager als RCU-USB-Interface bezeichnet, ALI-USB taucht dort zweimal auf.

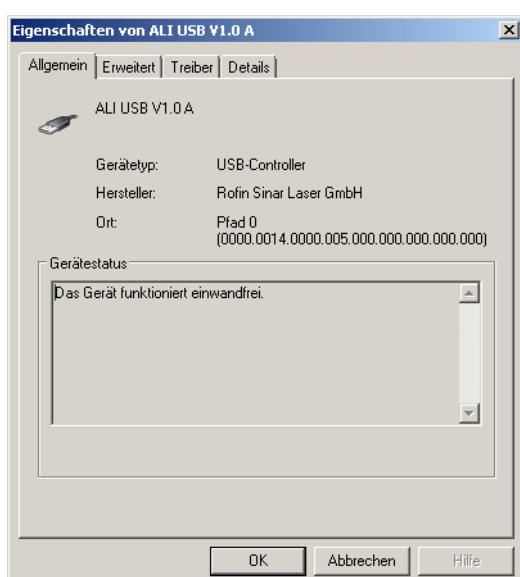
4. Geräteneigenschaften jeweils durch Rechtsklick auf den Eintrag öffnen.

## **Fehlersuche und Fehlerbehebung**

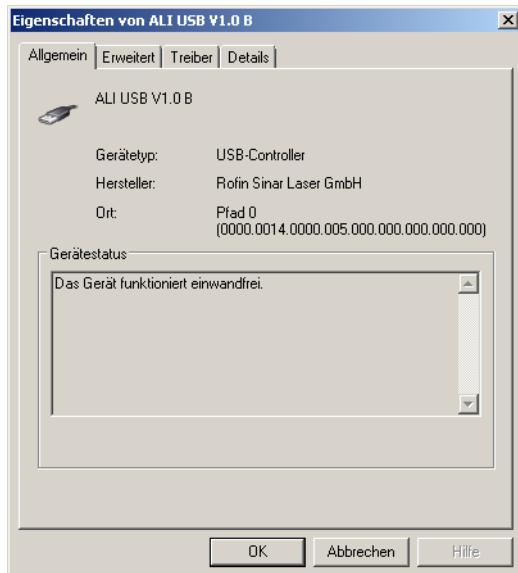
## ALI-USB-Systemeinstellungen kontrollieren



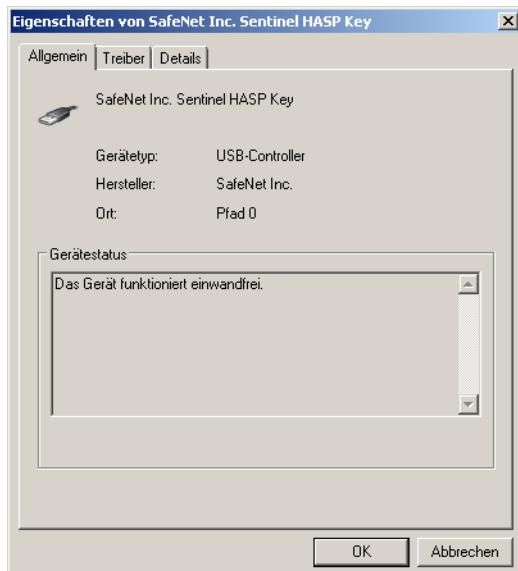
## 5. Geräteeigenschaften überprüfen.



**Abbildung 4.43** Geräteneigenschaften  
ALI USB A



**Abbildung 4.44** Geräteneigenschaften  
ALI USB B

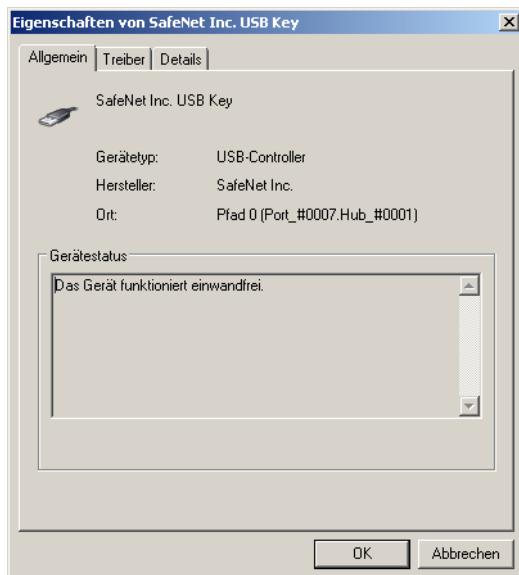


**Abbildung 4.45** Geräteneigenschaften  
USB-Dongle 1

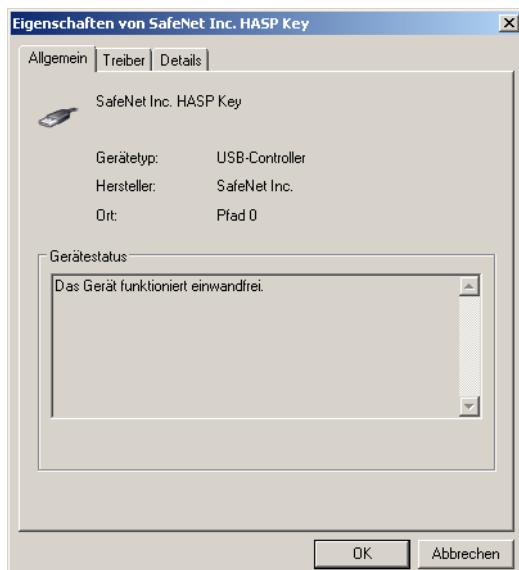
## Fehlersuche und Fehlerbehebung

ALI-USB-Systemeinstellungen kontrollieren

---



**Abbildung 4.46** Geräteneigenschaften  
USB-Dongle 2



**Abbildung 4.47** Geräteneigenschaften  
USB-Dongle 3

## Notizen

## 5 Überprüfung und Reinigung optischer Komponenten



### WARNUNG

#### Gefährdungen durch das Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen!

Durch das Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen können Gefährdungen für Personen und/oder Sachwerte entstehen.

- Bei allen Arbeiten am Lasersystem sind sämtliche Sicherheitshinweise im Kapitel 2, *Sicherheit*, zu beachten.
- 



### HINWEIS

Die Oberflächen der optischen Komponenten sind gemäß Wartungsplan zu reinigen.

---



### VORSICHT

#### Verschmutzungsgefahr!

Beim Berühren von optischen Komponenten mit bloßen Händen besteht Verschmutzungsgefahr.

- Nitrilhandschuhe benutzen, um Verschmutzungen auf Optiken auszuschließen!
  - Zum Benutzen der Nitrilhandschuhe ist die den Handschuhen beiliegende Arbeitsanweisung zu beachten!
- 



### HINWEIS

Zur Reinigung sind Linsenreinigungspapier und wasserfreies Isopropanol bzw. gereigte Druckluft zu benutzen! Wasser im Isopropanol führt zu Schlieren auf der Oberfläche.

---



### WARNUNG

#### Isopropanol!

Von Isopropanol gehen grundsätzlich besondere Gefahren aus. Der Stoff ist leichtentzündlich. Reizt die Augen. Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

- Es ist daher nur von entsprechend geschultem Personal mit der nötigen Sorgfalt zu handhaben.
  - Das Sicherheitsdatenblatt ist unbedingt zu beachten!
- 



### HINWEIS

Reinigungsflüssigkeit darf keinesfalls in Komponenten des Lasersystems gelangen! Funktionsstörungen können die Folge sein!

---



## VORSICHT

### ***Empfindliche optische Komponenten!***

*Beschädigungsgefahr für optische Komponenten!*

- *Optische Komponenten bei der Reinigung nicht beschädigen!*
  - *Keinen Druck ausüben!*
  - *Linsenreinigungspapier nur in eine Richtung ziehen.*
  - *Für jeden Reinigungsvorgang ein neues Linsenreinigungspapier zu verwenden!*
  - *Reinigungsarbeiten müssen in einer staubfreien und klimatisierten Umgebung durchgeführt werden!*
- 



## HINWEIS

*Zur Reinigung optischer Komponenten Isopropanol (2-Propanol zur Analyse ACS, ISO; Reinheit 99,8 %) verwenden. Gebinde nicht länger als zwei Jahre im angebrochenen, ordnungsgemäß verschlossenen Originalbehälter aufbewahren und verwenden.*

---

## 5.1 Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Reinigung

1. Optisch Komponenten wie im [Kapitel 3](#) beschrieben ausbauen.
2. Staub mit sauberer, trockener und ölfreier Luft bzw. Stickstoff von der zu reinigenden Fläche entfernen.



## WARNUNG

### ***Stickstoff!***

*Beim Umgang mit Stickstoff bestehen Gesundheitsgefährdungen!*

- *Bei der Verwendung von Stickstoff sind entsprechende Schutzmaßnahmen einzuleiten!*
- 

3. Linsenreinigungspapier mit einer Schere so zuschneiden, dass ein Streifen entsteht, der etwas schmäler ist, als die zu reinigende Fläche. Dadurch wird gewährleistet, dass das Linsenreinigungspapier komplett auf der zu reinigenden Fläche aufliegt.
4. Optische Komponenten mit Linsenreinigungspapier und Isopropanol säubern.

## 5.2 Reinigung von Linsen und Spiegeln

Folgende Komponenten müssen im montierten Zustand gereinigt werden, da ein kompletter Ausbau nicht möglich ist:



Umlenkspiegel Leistungsmessung  
(Option).

**HINWEIS**

Der Halteblock kann zur Reinigung im Schutzglashalter verbleiben.

**Abbildung 5.1** Umlenkspiegel Leistungsmessung



Fokussieroptik Galvokopf

**Abbildung 5.2** Fokussieroptik Galvokopf



Umlenkspiegel Galvokopf

**Abbildung 5.3** Umlenkspiegel Galvokopf



**Abbildung 5.4** Strahlaufweitung

Strahlaufweitung



### HINWEIS

*Es sind die beiden äußeren Linsen zu reinigen.*



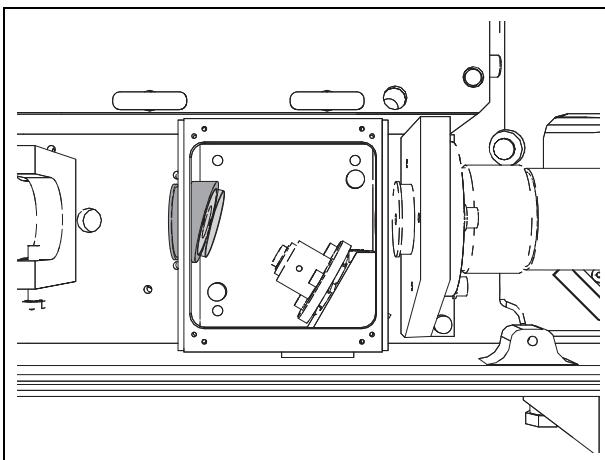
### HINWEIS

*Der Reinigungszustand ist mit Hilfe einer Lupe (mind. 10x Vergrößerung) oder mit Hilfe eines Mikroskops zu prüfen.*



**Abbildung 5.5** Austrittslinse Positionierlaser

Austrittslinse Positionierlaser



**Abbildung 5.6** Einkoppelspiegel Positionierlaser

Einkoppelspiegel Positionierlaser



### HINWEIS

*Es ist nur möglich, die Innenseite des Einkoppelspiegels mit Flüssigkeit zu reinigen. Die Außenseite kann nur mit Druckluft gereinigt werden.*

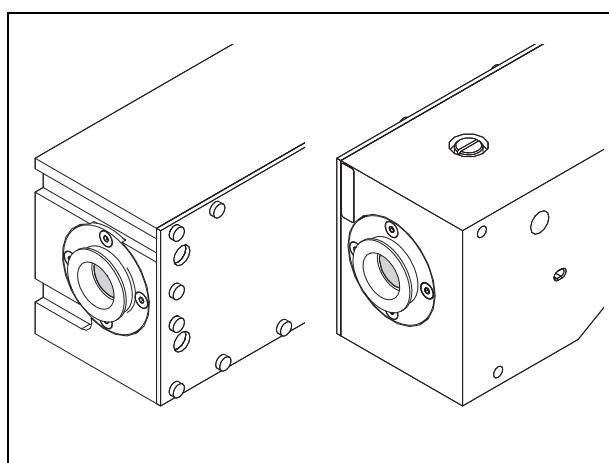


### HINWEIS

*Der Reinigungszustand ist mit Hilfe einer Lupe (mind. 10x Vergrößerung) oder mit Hilfe eines Mikroskops zu prüfen.*

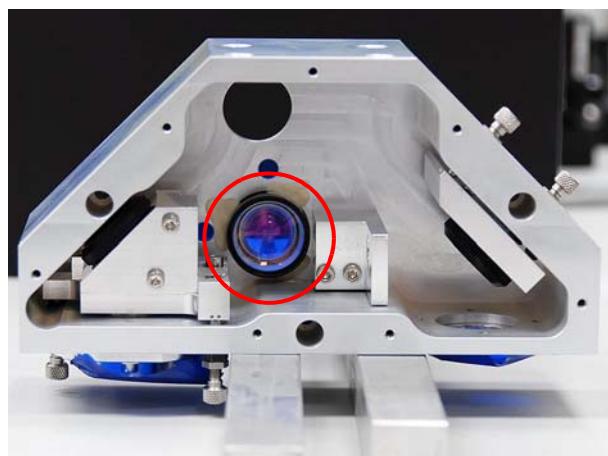
## Überprüfung und Reinigung optischer Komponenten

Reinigung von Linsen und Spiegeln



Ein- und Austrittslinse Externer Modulator

**Abbildung 5.7 Ein- und Austrittslinse Externer Modulator**



Absorberlinse Umlenkeinheit/Shutter-Spiegel

**Abbildung 5.8 Absorberlinse Umlenkeinheit**



Shuttermodul

**Abbildung 5.9 Shuttermodul**

Durchführen der Reinigung:



**Abbildung 5.10** Linsen und Spiegel reinigen

- Linsenreinigungspapier falten und mit einer Pinzette greifen.
- Linsenreinigungspapier auf die zu reinigende Fläche legen und mit einer Tropfflasche ein bis zwei Tropfen Isopropanol auf das Linsenreinigungspapier geben.
- Das mit Isopropanol getränktes Linsenreinigungspapier vorsichtig abziehen.
- Zu reinigende Komponente um 90° drehen und das mit Isopropanol getränktes Linsenreinigungspapier erneut über die Fläche ziehen. Dadurch wird Streifenbildung minimiert.
- Reinigungsergebnis mit Hilfe einer Taschenlampe überprüfen.
- Der Reinigungsvorgang ist so oft zu wiederholen, bis die Oberfläche der Optik sauber ist.
- Bei Linsen oder teildurchlässigen Spiegeln immer beide Seiten reinigen, falls dies möglich ist. Dabei ist darauf zu achten, dass die bereits gereinigte Fläche nicht wieder verschmutzt.

### 5.3 Reinigung von Schutzgläsern



**Abbildung 5.11** Schutzgläser reinigen (1)

- Zu reinigende Komponente seitlich greifen.



**Abbildung 5.12** Schutzgläser reinigen (2)

- Linsenreinigungspapier auf die zu reinigende Fläche legen und mit einer Tropfflasche ein bis zwei Tropfen Isopropanol auf das Linsenreinigungspapier geben.

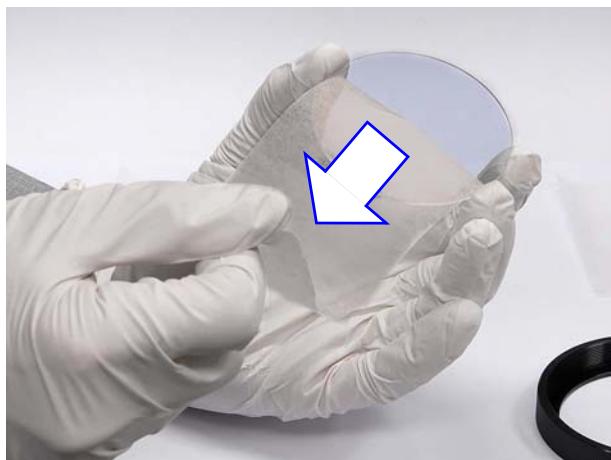


Abbildung 5.13 Schutzgläser reinigen (3)

- Das Isopropanol getränktes Papier vorsichtig abziehen.
- Zu reinigende Komponente um 90° drehen und das mit Isopropanol getränktes Linsenreinigungspapier erneut über die Fläche ziehen. Dadurch wird Streifenbildung minimiert.
- Reinigungsergebnis mit Hilfe einer geeigneten Lichtquelle überprüfen.



#### HINWEIS

*Für jeden Reinigungsvorgang stets neues Linsenreinigungspapier verwenden, um ein erneutes Verschmutzen zu verhindern.*

- Der Reinigungsvorgang ist so oft zu wiederholen, bis die Oberfläche der Optik sauber ist.
- Bei Linsen oder teildurchlässigen Spiegeln immer beide Seiten reinigen. Dabei ist darauf zu achten, dass die bereits gereinigte Fläche nicht wieder verschmutzt.



#### HINWEIS

*Um ein erneutes Verschmutzen zu verhindern, gereinigte Flächen nicht befeuchten (anhauchen).*

## 5.4 Reinigung von Glasfaserleitungen



Abbildung 5.14 Glasfaserleitungen an Fasermikroskop anschließen

- Die Enden der Glasfaserleitungen mit Hilfe eines Fasermikroskops auf Verschmutzungen und Einbrände kontrollieren.

### i HINWEIS

Zum Begutachten beider Faserenden sind unterschiedliche Adapter notwendig.

### i HINWEIS

Die Fokuslage ist an beiden Faserenden unterschiedlich.

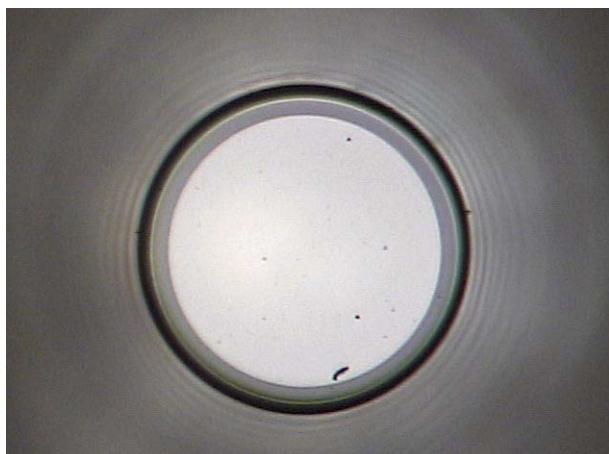


Abbildung 5.15 Verschmutzte Faser

- Abbildung 5.15 zeigt ein Beispiel einer verschmutzten Faser.

### i HINWEIS

Glasfaserleitungen, die sich auf die hier beschriebene Weise nicht reinigen lassen, sind auszutauschen.  
Beträgt der Leistungsverlust in der Faser weniger als 10 %, ist kein Austausch der Faser erforderlich.

## 5.5 Resonatormodul



### HINWEIS

Am und im Resonatormodul sind keine Reinigungsarbeiten durchzuführen. Ggf. ist das Resonatormodul als komplette Einheit zu wechseln. Reparatur- und Reinigungsarbeiten im Inneren des Resonatormoduls können nur von ROFIN-SINAR durchgeführt werden. Bei Nichtbeachtung erlischt die Gewährleistung.

## Überprüfung und Reinigung optischer Komponenten

## Notizen

## 6 Justagearbeiten



### WARNUNG

#### **Gefährdungen durch das Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen!**

Durch das Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen können Gefährdungen für Personen und/oder Sachwerte entstehen.

- Bei allen Arbeiten am Lasersystem sind sämtliche Sicherheitshinweise im [Kapitel 2, Sicherheit](#), zu beachten.



### VORSICHT

#### **Beschädigungsgefahr der Justagemittel!**

Beschädigte Justagemittel führen zu ungenauen Einstellergebnissen!

- Vorsichtiger Umgang mit den Justagemitteln ist zu gewährleisten!



### HINWEIS

Alle Einstellungen, Überprüfungen etc. der Hard- oder Software sind nach der Betriebsanleitung des jeweiligen Lasertyps durchzuführen. Davon abweichende Werte, Einstellungen sind für Justage, Überprüfung nicht zulässig.

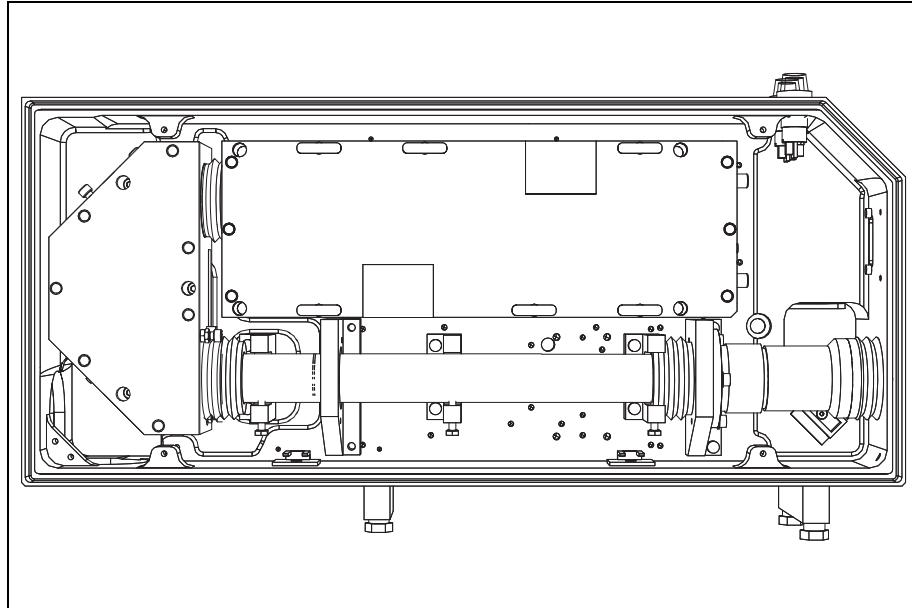


### HINWEIS

Sind Leistungsunterschiede zwischen den beiden Messungen feststellbar, ist die Strahlage erneut zu prüfen und ggf. einzustellen. Bei Bedarf müssen die optischen Komponenten (Umlenkspiegel) überprüft und ggf. gereinigt/getauscht werden.

## 6.1 Durchzuführende Justageschritte

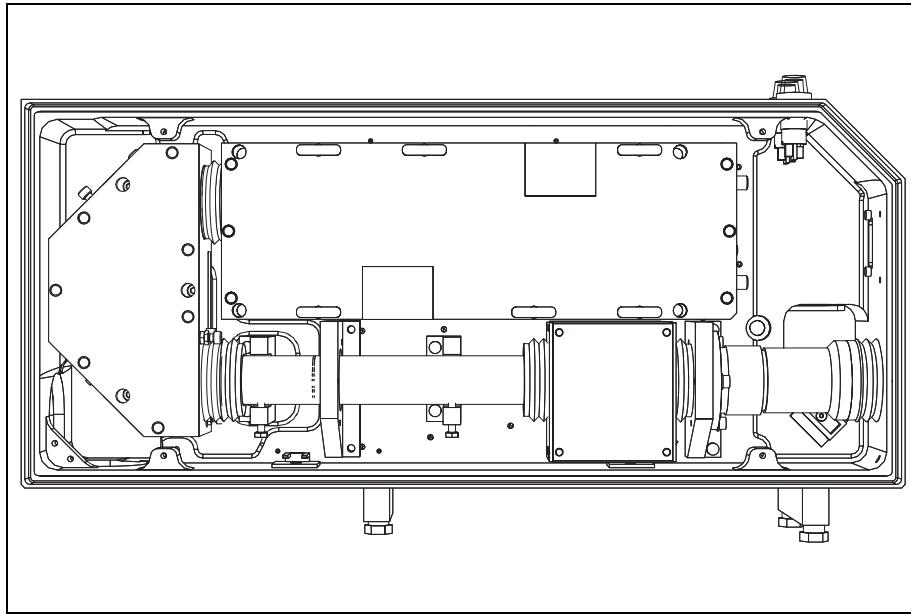
### 6.1.1 Lasersysteme in Basisausstattung



**Abbildung 6.1** Lasersysteme in Basisausstattung

1. Galvokopf demontieren ([siehe Punkt 3.1.3, Seite 3-6](#)).
2. Strahlaufweitung ausbauen ([siehe Punkt 3.1.8, Seite 3-26](#)).
3. Basisjustage des Laserstrahls durchführen ([siehe Punkt 6.5.2.1, Seite 6-20](#)).
4. Strahlaufweitung einbauen.
5. Strahllage kontrollieren.
6. Bei Bedarf Strahlaufweitung nachstellen.
7. Galvokopf montieren.
8. Laserleistung messen.
9. Feldkorrektur durchführen und überprüfen.

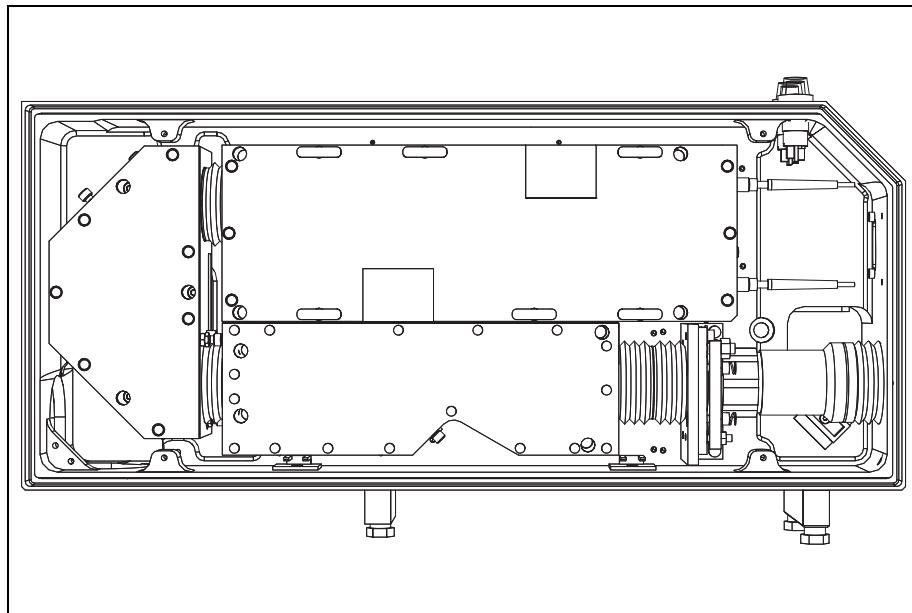
### **6.1.2 Lasersysteme mit Positionierlaser**



**Abbildung 6.2 Lasersysteme mit Positionierlaser**

1. Galvokopf demontieren ([siehe Punkt 3.1.3, Seite 3-6](#)).
2. Strahlaufweitung ausbauen ([siehe Punkt 3.1.8, Seite 3-26](#)).
3. Basisjustage des Laserstrahls durchführen ([siehe Punkt 6.5.2.1, Seite 6-20](#)).
4. Strahlaufweitung einbauen.
5. Strahllage kontrollieren.
6. Bei Bedarf Strahlaufweitung nachstellen.
7. Galvokopf montieren.
8. Laserleistung messen.
9. Positionierlaser justieren.
10. Feldkorrektur durchführen und überprüfen.

### 6.1.3 Lasersysteme mit Externem Modulator



**Abbildung 6.3** Lasersysteme mit Externem Modulator

1. Galvokopf demontieren ([siehe Punkt 3.1.3, Seite 3-6](#)).
2. Strahlaufweitung ausbauen ([siehe Punkt 3.1.8, Seite 3-26](#)).
3. Externen Modulator ausbauen ([siehe Punkt 3.1.4, Seite 3-8](#)).
4. Basisjustage des Laserstrahls durchführen ([siehe Punkt 6.5.2.1, Seite 6-20](#)).
5. Feinjustage des Laserstrahls mit Hilfe der WinCam durchführen ([siehe Punkt 6.5.2.2, Seite 6-32](#)).
6. Externen Modulator einbauen und Strahllage mit Hilfe der WinCam kontrollieren.
7. Leistung des Externen Modulators maximieren.
8. Strahlaufweitung einbauen.
9. Strahllage mit Hilfe der WinCam nochmals kontrollieren.
10. Bei Bedarf Strahlaufweitung nachstellen.
11. Galvokopf montieren.
12. Laserleistung messen.
13. Feldkorrektur durchführen und überprüfen.

## 6.2 Vorbereitende Arbeiten



### HINWEIS

Alle Einstellungen, Überprüfungen etc. der Hard- oder Software sind nach der Betriebsanleitung des jeweiligen Lasertyps durchzuführen. Davon abweichende Werte, Einstellungen sind für Justage, Überprüfung nicht zulässig.

### 6.2.1 LaserConsole



Abbildung 6.4 LaserConsole

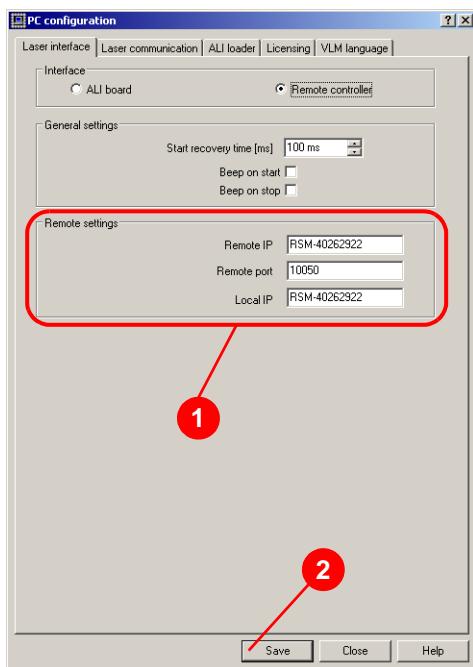
1. PC starten und WINDOWS® hochfahren.
2. „LaserConsole > LaserDisplay“ starten.
3. In der Baumansicht „Laser >Laser\_LSC“ auswählen.
4. Unter „Options“ Aktivierung der Strahlschutzzeit überprüfen und ggf. den Wert „Beam time protection enabled“ deaktivieren ([siehe Abbildung 6.4](#)).



### HINWEIS

Einstellung nach dem Beenden der Justagearbeiten wieder aktivieren (sofern vorher aktiv).

## 6.2.2 PC-Konfiguration



**Abbildung 6.5** PC-Konfiguration

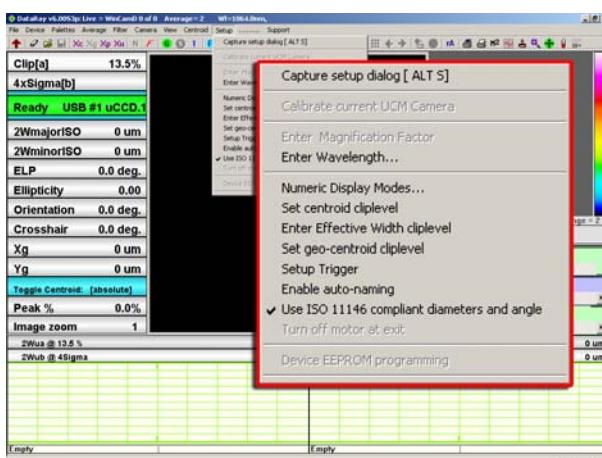
1. PC starten und WINDOWS® hochfahren.
2. PC-Konfiguration starten.
3. Unter „Remote settings“ (1) ([Abbildung 6.5](#)) die Werte überprüfen (Name des Lasers z. B.: RSM-XXXXXXX) und bei Bedarf anpassen.

### **i HINWEIS**

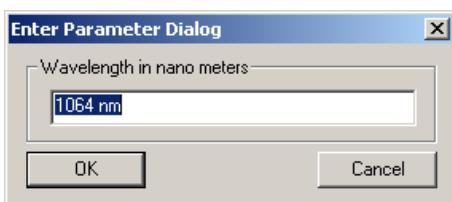
*Bei falschen Namen kann keine Verbindung per RCU hergestellt werden.*

4. Geänderte Werte durch Drücken des Buttons „Save“ aktivieren (2).

## 6.2.3 WinCam-Software



**Abbildung 6.6** Einstellungen WinCam (1)



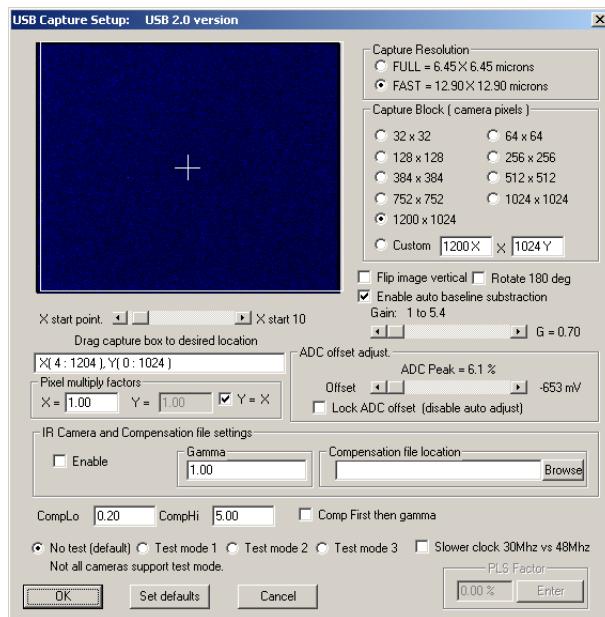
**Abbildung 6.7** Einstellungen WinCam (2)

1. PC starten und WINDOWS® hochfahren.
2. Programm „DataRay“ am PC öffnen.
3. Grundeinstellungen der Software vornehmen bzw. überprüfen:
  - Setup > „Use ISO 11146 compliant diameters and angle“ anwählen.

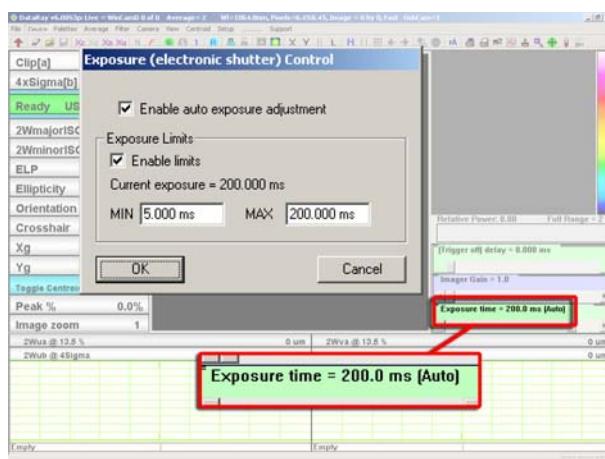
4. Setup > „Enter Wavelength ...“ anwählen und die Wellenlänge des Lasers in nm eintragen (z. B. 1064 nm).

## Justagearbeiten

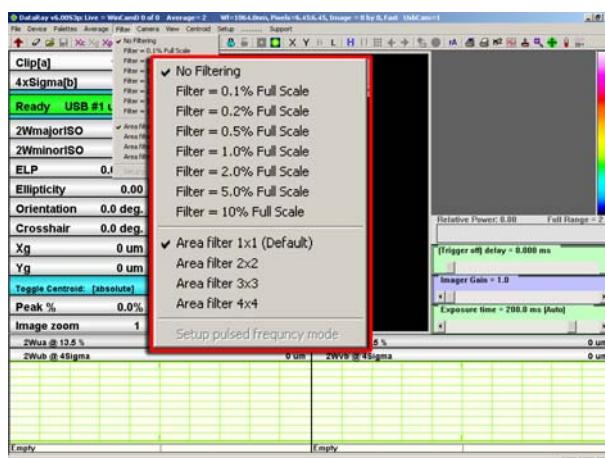
### Vorbereitende Arbeiten



**Abbildung 6.8 Einstellungen WinCam (3)**



**Abbildung 6.9 Einstellungen WinCam (4)**

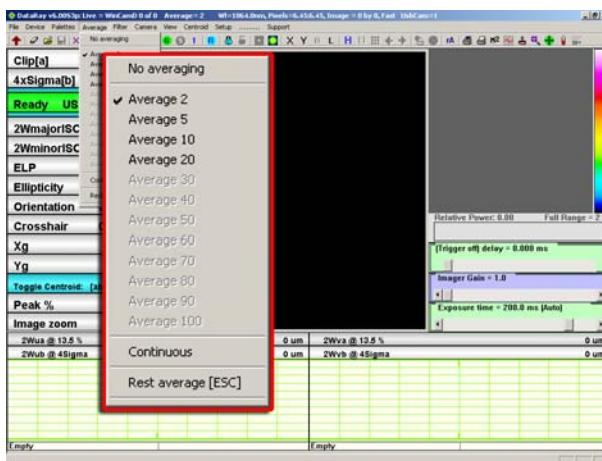


**Abbildung 6.10 Einstellungen WinCam (5)**

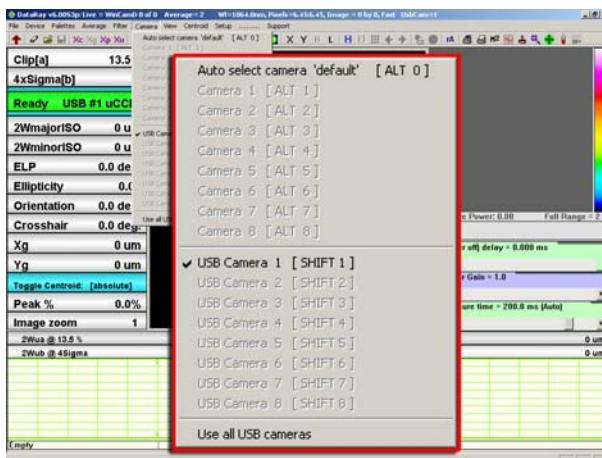
5. Setup > „Capture Setup Dialog“ aufrufen und Einstellungen gemäß [Abbildung 6.8](#) vornehmen.

6. Mit der rechten Maustaste auf „Exposure time“ klicken und im darauf öffnenden Popup die Grenzen für die Belichtungszeit gemäß [Abbildung 6.9](#) einstellen.

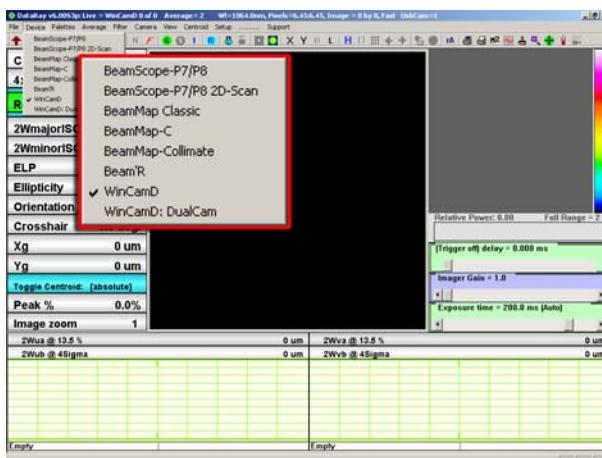
7. Im Menü „Filter“ die Punkte „No filtering“ und „Area filter 1x1 (Default)“ anwählen.



**Abbildung 6.11 Einstellungen WinCam (6)**



**Abbildung 6.12 Einstellungen WinCam (7)**

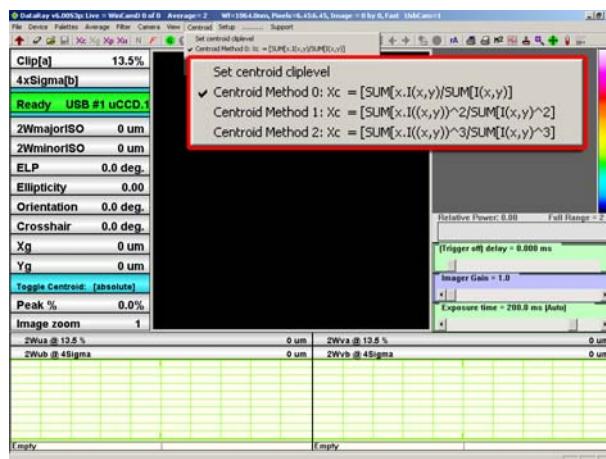


**Abbildung 6.13 Einstellungen WinCam (8)**

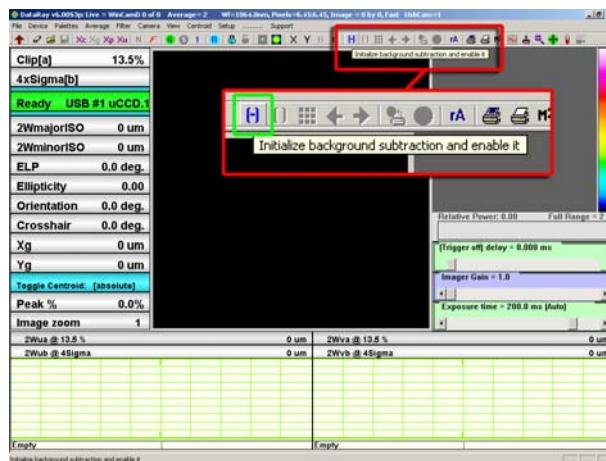
8. Im Menü „Average“ den Punkt „Average 2“ anwählen.

9. Im Menü „Camera“ den Punkt „USB Camera 1“ anwählen.

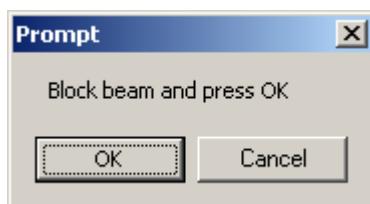
10. Im Menü „Device“ den Punkt „WinCamD“ anwählen.



**Abbildung 6.14 Einstellungen WinCam (9)**



**Abbildung 6.15 Einstellungen WinCam (10)**



**Abbildung 6.16 Einstellungen WinCam (11)**

11. Im Menü „Centroid“ den Punkt „Centroid Method 0:  $X_c = [\sum(x \cdot I(x,y)) / \sum(I(x,y))]$ “ anwählen.

12. Button „Initialize background subtraction and enable it“ drücken, um den Offset des Grundrauschens durch externen Lichteinfall einzustellen.

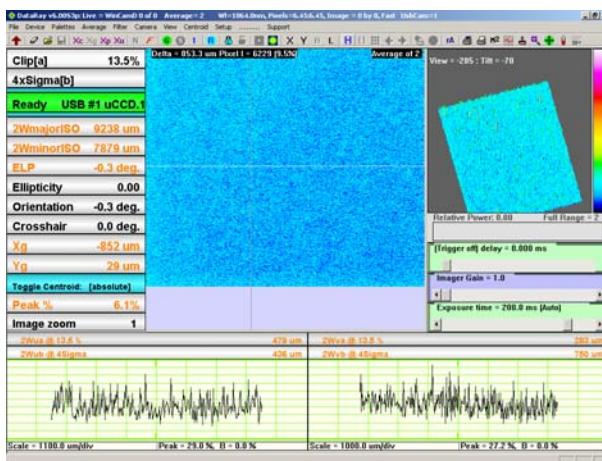
## ! VORSICHT

### Beschädigungsgefahr!

Auf die Kamera darf hierbei kein Laserstrahl treffen.

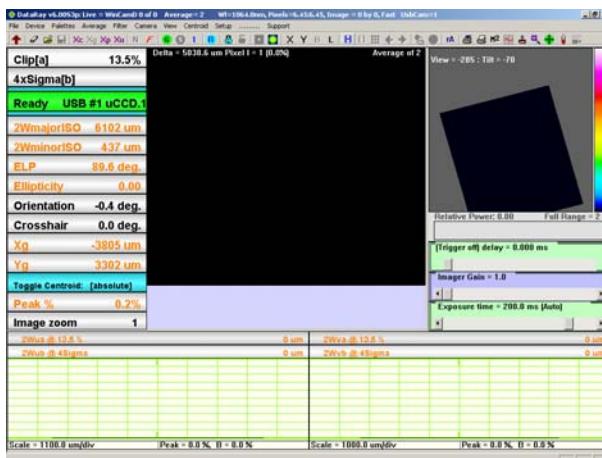
- Shutter muss geschlossen sein.

13. Eingabeaufforderung bestätigen ([Abbildung 6.16](#)).



**Abbildung 6.17 Rauschunterdrückung deaktiviert**

Abbildung 6.17 zeigt die WinCam mit deaktivierter Rauschunterdrückung.



**Abbildung 6.18 Rauschunterdrückung aktiviert**

Abbildung 6.18 zeigt die WinCam mit aktivierter Rauschunterdrückung.



### HINWEIS

*Bei Veränderung des Umgebungslichtes muss die Rauschunterdrückung erneut initialisiert werden.*

---

## 6.3 Laserkopf justieren

1. Lage der Werkstückauflage mit Hilfe einer Präzisions-Wasserwaage bzw. mit einer Maschinenwasserwaage in X- und in Y-Richtung kontrollieren.
2. Ggf. Justage durchführen.
3. Lage des Galvokopfes mit Hilfe einer Maschinenwasserwaage in X- und in Y-Richtung am Schutzglasschieberhalter kontrollieren.
4. Ggf. Lage des Galvokopfes über die Dreipunkt-Auflage des Laserkopfes justieren.



### HINWEIS

*Kann die Werkstückauflage nicht absolut gerade eingerichtet werden, ist der Galvokopf parallel zu den unter 1. gemessen Werten zu justieren.*

---

5. Fokusabstand anhand der Aufkleber auf dem Galvokopf und den Logbuchaufzeichnungen kontrollieren, ggf. nachstellen ([siehe Punkt 6.4, Seite 6-12](#)).

## 6.4 Fokusabstand einstellen

### 6.4.1 Mechanische Grundeinstellung

1. Testmaterial auf die Werkstückauflage legen.

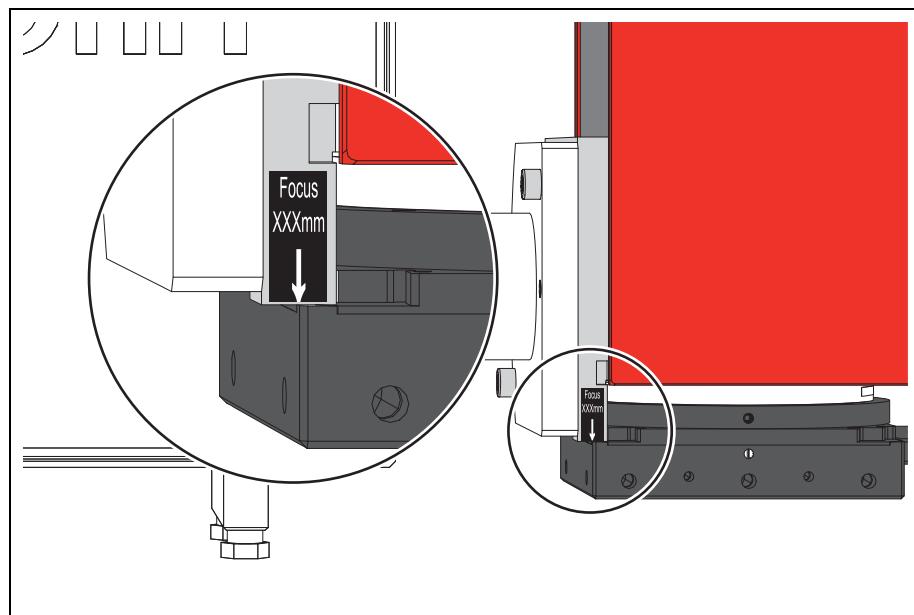


Abbildung 6.19 Fokusabstand messen

2. Fokusabstand am Referenzpunkt ([siehe Abbildung 6.19](#)) ablesen.
3. Fokusabstand bei Bedarf mechanisch nachjustieren.
4. Feldgröße überprüfen und nachjustieren.
5. Fokus über die Strahlaufweitung einstellen ([siehe Punkt 6.4.2, Seite 6-13](#)).

## 6.4.2 Manuelle Fokuseinstellung



### HINWEIS

*Die Feldgröße muss sich innerhalb der Toleranz befinden.*

---

1. Lasersystem ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
2. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
3. Lasersystem gegen Einschalten sichern (Schlüssel vom Schlüsselschalter abziehen).



### WARNUNG

#### Laserstrahlung!

*Unfall-/Verletzungsgefahr durch Laserstrahlung!*

- Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen!
- 

4. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.



### GEFAHR

#### Geöffnetes Lasersystem, fehlende Sicherheitseinrichtungen!

*Bei geöffnetem Lesersystem und/oder entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!*

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
  - Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
  - Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
  - Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!
- 

5. Unter dem Galvokopf Beschriftungsmaterial (eloxiertes Blech, beschichtetes Papier) legen.



### WARNUNG

#### Brandgefahr!

*Bei der Verwendung von ungeeignetem Beschriftungsmaterial besteht Brandgefahr!*

- Die absorbierende Fläche darf keinesfalls aus brennbaren Materialien bestehen!
- 

6. Laseranlage mit Schlüsselschalter einschalten.
7. Shutter öffnen; der Austritt des Laserstrahls wird durch den Q-Switch geblockt.
8. Programm für Kreuz im Feldmittelpunkt mit dem Material entsprechenden Laserparametern ablaufen lassen.
9. Shutter schließen.

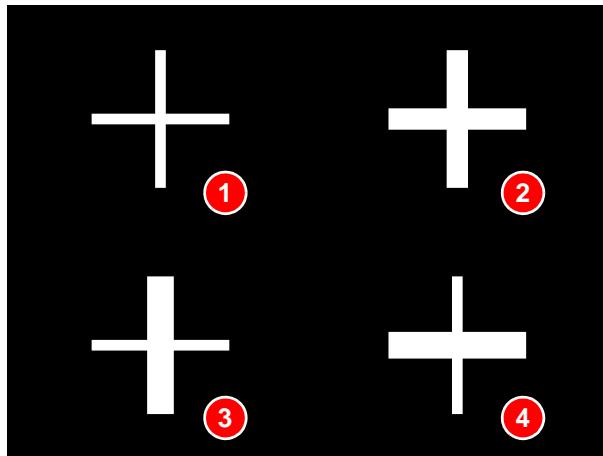


Abbildung 6.20 Fokuseinstellung kontrollieren

10. Abgebildetes Kreuz prüfen. Der Fokuspunkt ist korrekt eingestellt, wenn beide gelaserten Linien in X- und Y-Richtung gleiche Abmessungen bei kleinstmöglicher Breite haben.
  - Justage in Ordnung (1) (Abbildung 6.20) (Querschnitt kreisförmig)
  - Zu breit (2) (Querschnitt kreisförmig)
  - Y-Abmessung zu breit (3) (Querschnitt elliptisch, X-Achse > Y-Achse)
  - X-Abmessung zu breit (4) (Querschnitt elliptisch, X-Achse < Y-Achse)

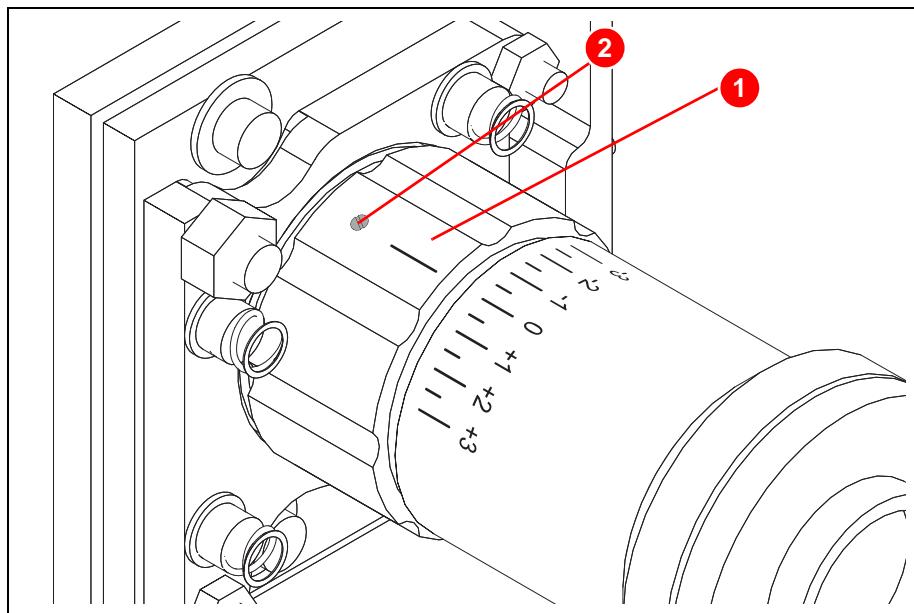


Abbildung 6.21 Strahlaufweitung

11. Ggf. Fokuspunkt durch Verstellen des Justageringes (1) (Abbildung 6.21) verändern.
12. Material unter dem Galvokopf verschieben, Shutter öffnen und Programm ablaufen lassen.
13. Abgebildetes Kreuz prüfen.



### HINWEIS

Schritte 7 bis 13 so oft wiederholen, bis der Fokuspunkt korrekt eingestellt ist.

14. Stellung der Strahlaufweitung mit der Klemmschraube (2) fixieren.

**Falls eine korrekte Einstellung nicht möglich ist (Strahlaufweitung in Minus oder Plus am Anschlag):**



### HINWEIS

*Kann u. U. vorkommen, wenn optische Komponenten bzw. das Resonatormodul gewechselt wurden.*

---

1. Strahlaufweitung auf „0“ zurückstellen.
2. Abstand Laser zum Beschriftungsobjekt so lange nach oben oder nach unten nachstellen, bis die Linien vom Kreuz X/Y annähernd gleich sind.
3. Anschließend Quadrat mit Dimension Beschriftungsfeld z. B. 120 x 120, 180 x 180 usw. auf geeignetem Material ausführen.
4. Feldgröße in X und Y messen.
5. Sicherungskopie der aktuellen Feldkorrekturdatei im Feldkorrekturassistenten erstellen.
6. Im Feldkorrekturassistenten bei der aktiven Feldkorrektur X und Y so lange anpassen, bis Feld in X und Y wieder korrekte Größe hat.
7. Shutter öffnen; der Austritt des Laserstrahls wird durch den Q-Switch geblockt.
8. Programm für Kreuz im Feldmittelpunkt mit dem Material entsprechenden Laserparametern ablaufen lassen.
9. Shutter schließen.
10. Abgebildetes Kreuz prüfen. Der Fokuspunkt ist korrekt eingestellt, wenn beide gelaserten Linien in X- und Y-Richtung gleiche Abmessungen bei kleinstmöglicher Breite haben.
  - Justage in Ordnung (1) ([Abbildung 6.20, Seite 6-14](#)) (Querschnitt kreisförmig)
  - Zu breit (2) (Querschnitt kreisförmig)
  - Y-Abmessung zu breit (3) (Querschnitt elliptisch, X-Achse > Y-Achse)
  - X-Abmessung zu breit (4) (Querschnitt elliptisch, X-Achse < Y-Achse)
11. Ggf. Fokuspunkt durch Verstellen des Justageringes (1) ([Abbildung 6.21, Seite 6-14](#)) verändern.
12. Material unter dem Galvokopf verschieben, Shutter öffnen und Programm ablaufen lassen.
13. Abgebildetes Kreuz prüfen.



### HINWEIS

*Schritte 7 bis 13 so oft wiederholen, bis der Fokuspunkt korrekt eingestellt ist.*

---

14. Stellung der Strahlaufweitung mit der Klemmschraube (2) fixieren.

## 6.5 Laserstrahl justieren

### i HINWEIS

Alle Einstellungen, Überprüfungen etc. der Hard- oder Software sind nach gültiger Betriebsanleitung des jeweiligen Lasertyps durchzuführen. Davon abweichende Werte, Einstellungen sind für Justage, Überprüfung nicht zulässig.

### 6.5.1 Justagepunkte

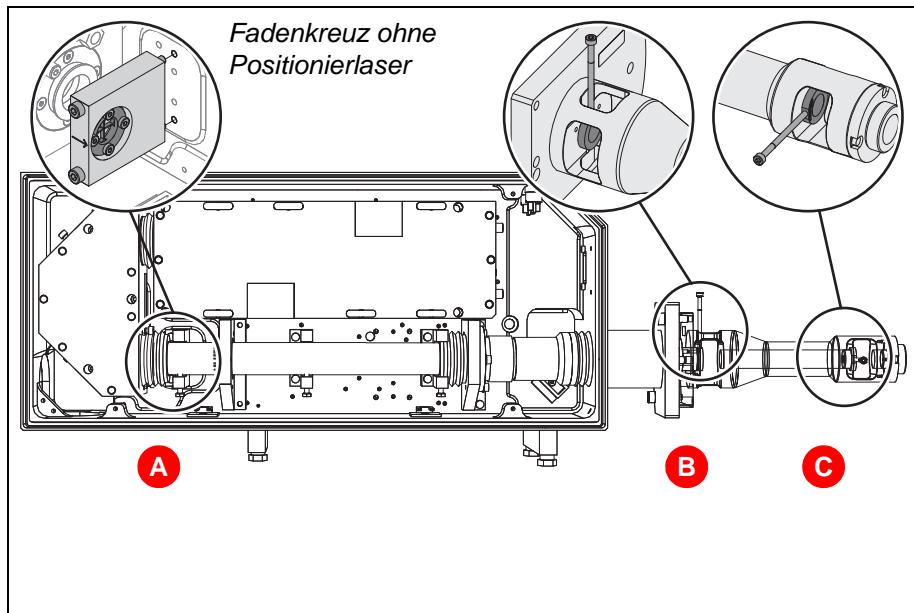
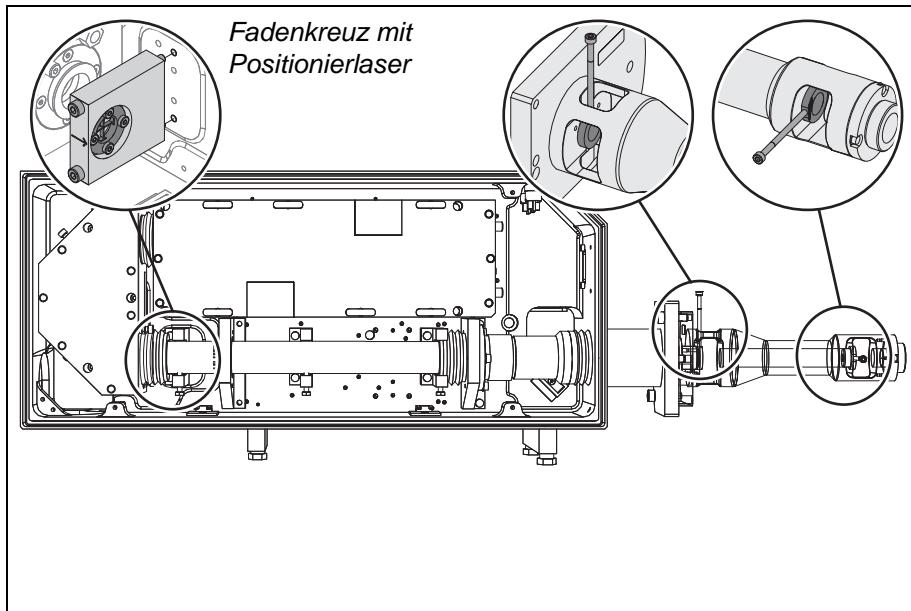


Abbildung 6.22 Justagepunkte Lasersysteme in Basisausstattung

Nr.	Justagepunkt
A	Ausgang Umlenkeinheit
B	Galvoflansch
C	Justagetubus

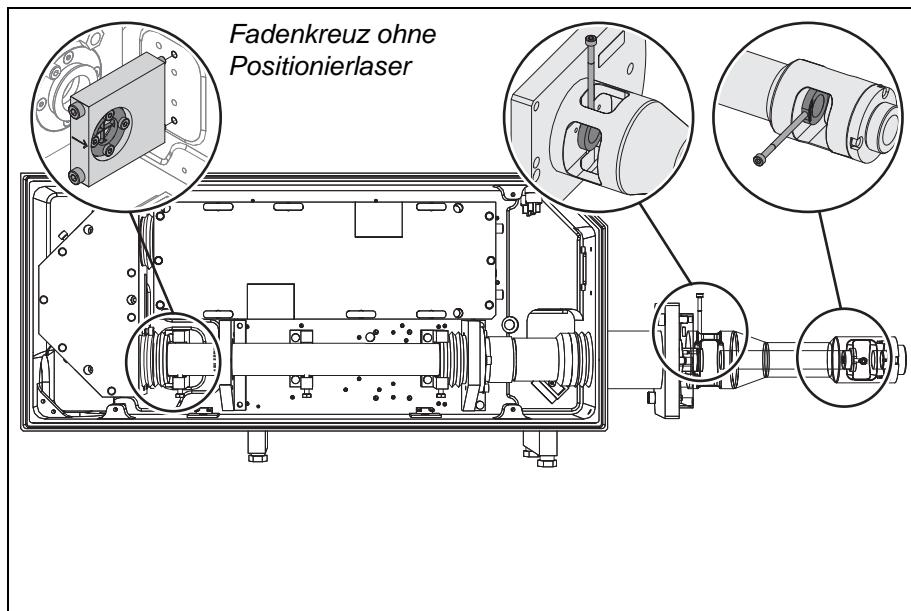
## Justagearbeiten

Laserstrahl justieren



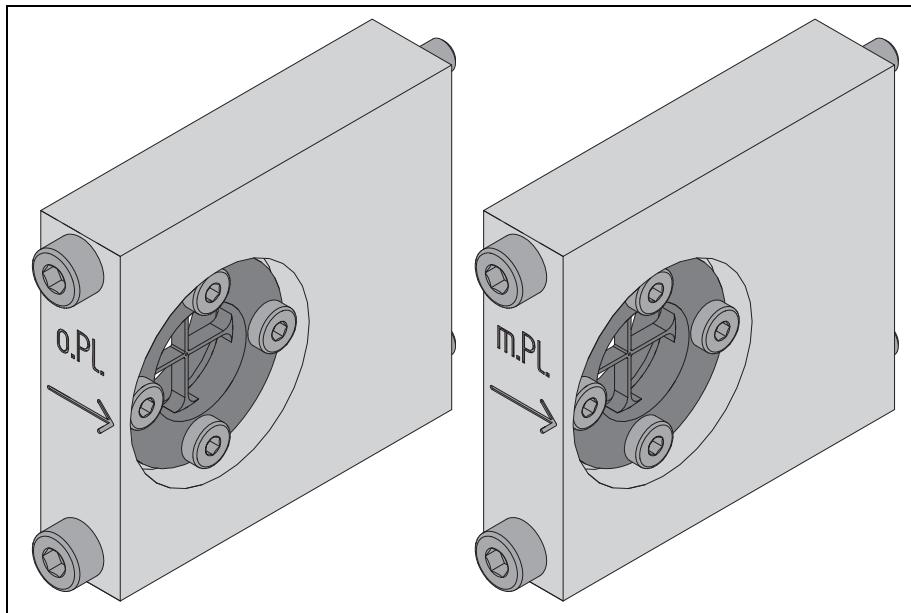
**Abbildung 6.23** Justagepunkte Lasersysteme mit Positionierlaser

Nr.	Justagepunkt
A	Ausgang Umlenkeinheit
B	Galvoflansch
C	Justagetubus



**Abbildung 6.24** Justagepunkte Lasersysteme mit Externem Modulator

Nr.	Justagepunkt
A	Ausgang Umlenkeinheit
B	Galvoflansch
C	Justagetubus



**Abbildung 6.25** Fadenkreuze

**i HINWEIS**

*Die dem Lasersystem entsprechende Justierblende verwenden (ohne bzw. mit Positionierlaser)! Einbaurichtung beachten! Bei Nichtbeachten kann keine korrekte Justage durchgeführt werden.*

---

## 6.5.2 Hauptlaser



### HINWEIS

Alle Einstellungen, Überprüfungen etc. der Hard- oder Software sind nach gültiger Betriebsanleitung des jeweiligen Lasertyps durchzuführen. Davon abweichende Werte, Einstellungen sind für Justage, Überprüfung nicht zulässig.

### 6.5.2.1 Basisjustage<sup>1)</sup>



### HINWEIS

Bei Lasersystemen **mit externem Modulator** müssen in der Laserconsole folgende Parameter **für den anfänglichen Betrieb ohne EM eingestellt** werden:

Pfad	Parameter	Wert
Interfaces\Interpolation\iffDriver	Bitmap execution mode	100 kHz Mode
Interfaces\Interpolation\iffDriver	Marking with external modulator	inaktiv
Laser\Laser_LSC	Power Mode	Normal: Power in A
Laser\Laser_LSC	Beam protection time enabled	inaktiv

1. Lasersystem ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.



### VORSICHT

#### Beschädigungsgefahr!

Beim Stecken oder Abziehen unter Spannung wird der Galvokopf beschädigt!

- Anschlusskabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!

2. Galvokopf demontieren, ablegen und Eintrittsöffnung mit einer entsprechenden Abdeckkappe bzw. mit Klebeband abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Galvokopfes zu verhindern.



### VORSICHT

#### Verschmutzungsgefahr!

Bei der Verwendung von ungeeignetem Klebeband besteht Verschmutzungsgefahr durch Klebebandreste!

- Es darf ausschließlich Klebeband verwendet werden, das sich absolut rückstandsfrei ablösen lässt!

<sup>1)</sup> Bei allen Lasersystemen durchzuführen.

## Justagearbeiten

Laserstrahl justieren

---

3. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich rechts).
4. Strahlverrohrung demontieren.
5. Wenn vorhanden, externen Modulator demontieren.



### HINWEIS

*Bei Lasersystemen mit Positionierlaser den Reinigungszustand des Positionierlasers überprüfen und bei Bedarf Reinigung durchführen.*

---

6. Strahlaufweitung inklusive Halterung ausbauen.



### HINWEIS

*Die momentane Einstellung der Strahlaufweitung ist zu notieren, um nach einem eventuellen Verstellen der Strahlaufweitung den korrekten Fokusabstand wieder einstellen zu können.*

---

7. Strahlaufweitung aus der Halterung herausschrauben.
8. Kollimierlinse demontieren (falls vorhanden).
9. Shutter gegen Einschalten sichern.



### WARNUNG

#### Laserstrahlung!

*Unfall-/Verletzungsgefahr durch Laserstrahlung!*

- Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen!
- 

10. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.



### GEFAHR

#### Geöffnetes Lasersystem, fehlende Sicherheitseinrichtungen!

*Bei geöffnetem Lasersystem und/oder entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!*

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
  - Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
  - Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
  - Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!
- 

11. Gegenüber dem Galvoflansch eine Wandlerscheibe mit geeigneten Mitteln vor eine Fläche montieren, die Laserstrahlen absorbiert.
12. Justierblende nach der Umlenkeinheit am **Justagepunkt A** montieren.



### HINWEIS

*Die dem Lasersystem entsprechende Justierblende verwenden (mit bzw. ohne Positionierlaser)! Einbaurichtung beachten! Bei Nichtbeachten kann keine korrekte Justage durchgeführt werden.*

---



## HINWEIS

Bei den nachfolgenden Schritten ist darauf zu achten, dass sich das Fadenkreuz stets in der gleichen Einbaulage befindet.



## VORSICHT

### Beschädigungsgefahr der Justagemittel!

Beschädigte Justagemittel führen zu ungenauen Einstellergebnissen!

- Vorsichtiger Umgang mit den Justagemitteln ist zu gewährleisten!

13. Laseranlage einschalten, geringe Leistung einstellen (**ca. 5 ... 7 W**).

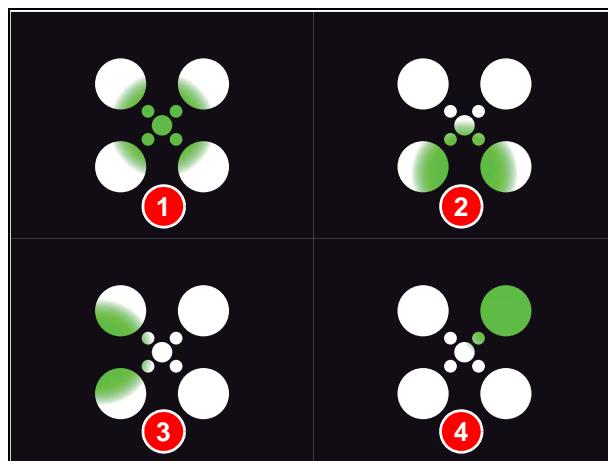
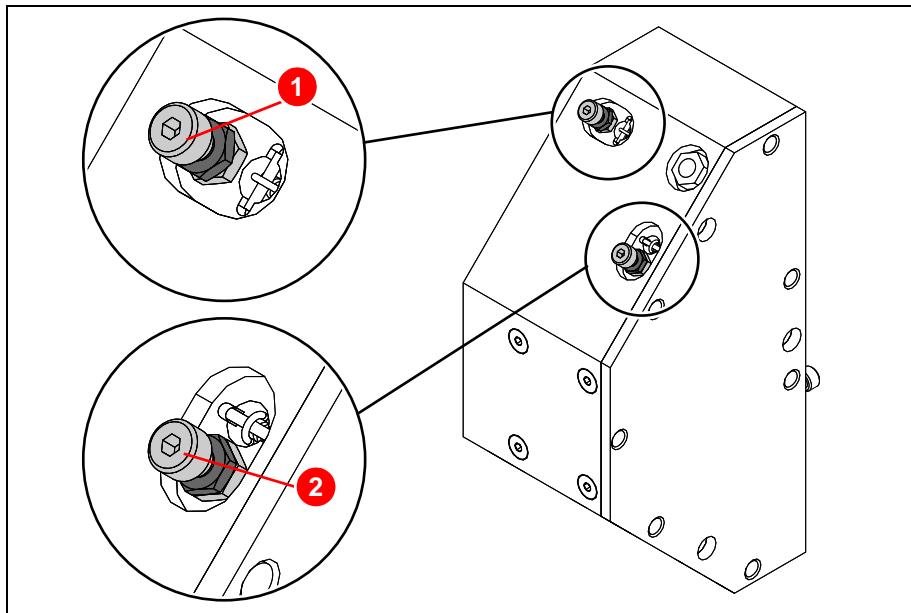


Abbildung 6.26 Strahljustage kontrollieren

14. Shutter öffnen und Abbildung des Hauptlasers auf der Wandlerscheibe kontrollieren.

[Abbildung 6.26](#) zeigt Beispiele für mögliche Abbildungen:

- Justage in Ordnung (1)
  - Austritt zu weit unten (2)
  - Austritt zu weit links (3)
  - Austritt zu weit oben rechts (4)
15. Shutter schließen.



**Abbildung 6.27** Strahljustage oberer Umlenkspiegel

16. Strahljustage durch Verstellen des oberen Umlenkspiegels der Umlenkeinheit vornehmen.
  - Horizontale Einstellung (1) ([Abbildung 6.27](#))
  - Vertikale Einstellung (2)
17. Shutter nach Justage schließen.
18. Justierblende vom **Justagepunkt A** demontieren.
19. Justagetubus an den Galvoflansch schrauben.
20. Fadenkreuz mit Aufnahme in den **Justagepunkt B** stecken.
21. Shutter öffnen und Abbildung des Lasers auf der Wandlerscheibe kontrollieren (siehe [Abbildung 6.26](#)).

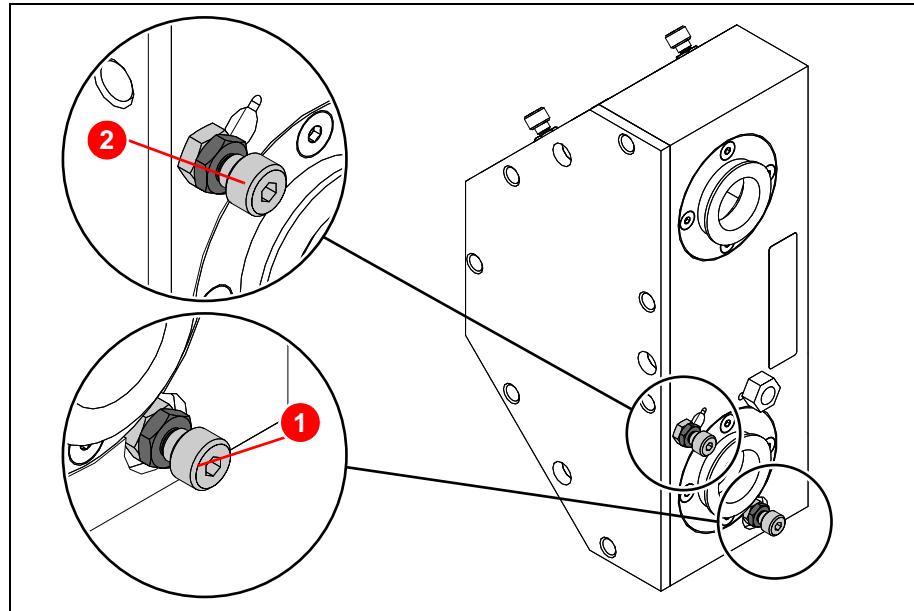


Abbildung 6.28 Strahljustage unterer Umlenkspiegel



### WARNUNG

#### Verletzungsgefahr!

Beim Eingriff in den Laserstrahl besteht Verletzungsgefahr!

- Während der Justage nicht in den Laserstrahl greifen!

22. Strahljustage durch Verstellen des unteren Umlenkspiegels der Umlenkeinheit vornehmen.
  - Horizontale Einstellung (1) ([Abbildung 6.28](#))
  - Vertikale Einstellung (2)
23. Shutter nach Justage schließen.
24. Fadenkreuz ausbauen und Justierblende wieder einsetzen.

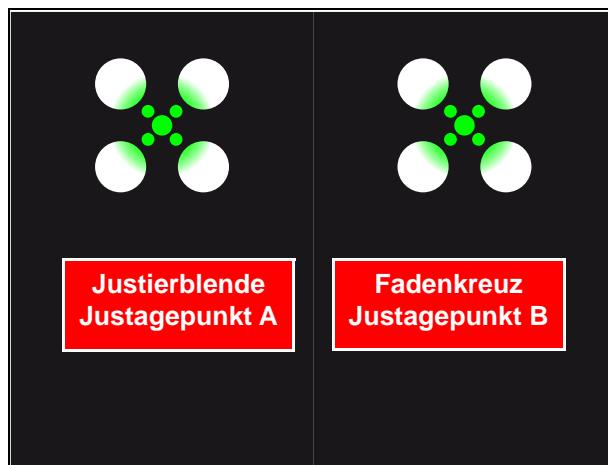


Abbildung 6.29 Strahljustage in Ordnung



### HINWEIS

Schritte 12 bis 24 so oft wiederholen, bis bei beiden Fadenkreuzen keine Abweichungen der Abbildung mehr feststellbar sind.

25. Sind keine Abweichungen der Abbildung zwischen A und B mehr feststellbar, ist die Justage in Ordnung ([siehe Abbildung 6.29, Seite 6-24](#)).
26. Fadenkreuz mit Aufnahme in den **Justagepunkt B** stecken.
27. Einstellschrauben an der Umlenkeinheit vorsichtig kontern.
28. Strahllage nochmals überprüfen. Wenn die Strahllage verstellt ist, nachjustieren.
29. Gegenüber dem Galvoflansch eine Wandlerscheibe mit geeigneten Mitteln vor eine Fläche montieren, die Laserstrahlen absorbiert.



### **WARNUNG**

#### **Brandgefahr!**

*Werden ungeeignete Materialien verwendet, besteht Brandgefahr durch den Laserstrahl!*

*– Die absorbierende Fläche darf keinesfalls aus brennbaren Materialien bestehen!*

---

30. Wandlerscheibe parallel zum Galvoflansch ausrichten.
31. Abstand der Wandlerscheibe zum Galvoflansch auf mindestens 200 bis 300 mm einrichten.
32. Shutter öffnen die Markierung auf der Wandlerscheibe bzw. das Fadenkreuz auf der Wandlerscheibe auf den Laserstrahl einrichten.
33. Wandlerscheibe in dieser Position fixieren.



### **HINWEIS**

*Für die weiteren Arbeiten müssen sich die Wandlerscheibe und der Laserkopf in derselben Position befinden!*

---

34. Shutter schließen.

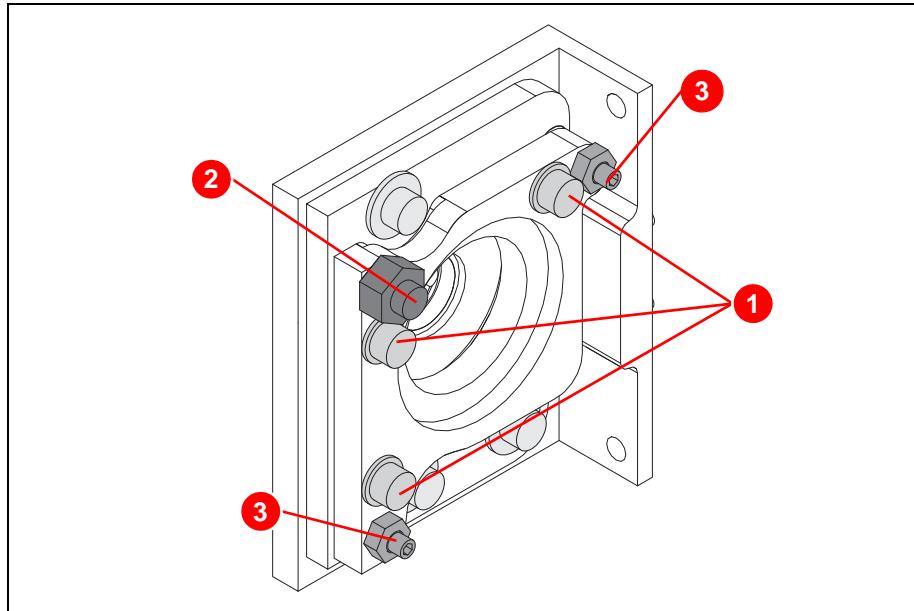


Abbildung 6.30 Grundeinstellung Strahlaufweitungshalter



### HINWEIS

Die Grundeinstellung Strahlaufweitungshalters ist nur zu überprüfen und ggf. anzupassen, wenn dieser vorher verstellt wurde bzw. wenn ein neuer Halter eingebaut wurde.

35. Grundeinstellung des Strahlaufweitungshalters überprüfen und ggf. nachjustieren.
  - Der Abstand zwischen den beiden silberfarbenen Platten muss 1 bis 1,5 mm betragen. Die Platten müssen parallel zueinander ausgerichtet sein.
  - Zum Einstellen Schrauben (1) ([Abbildung 6.30](#)) lösen und den Abstand über die Stellschrauben (2 und 3) einstellen.
  - Schrauben (1) wieder handfest anziehen.
36. Leistungsmessung ohne Strahlaufweitungshalter durchführen.
37. Strahlaufweitungshalter montieren.
38. Prüfen, ob durch den Einbau ein Leistungsverlust entstanden ist. Falls ja, Justage nochmals prüfen.

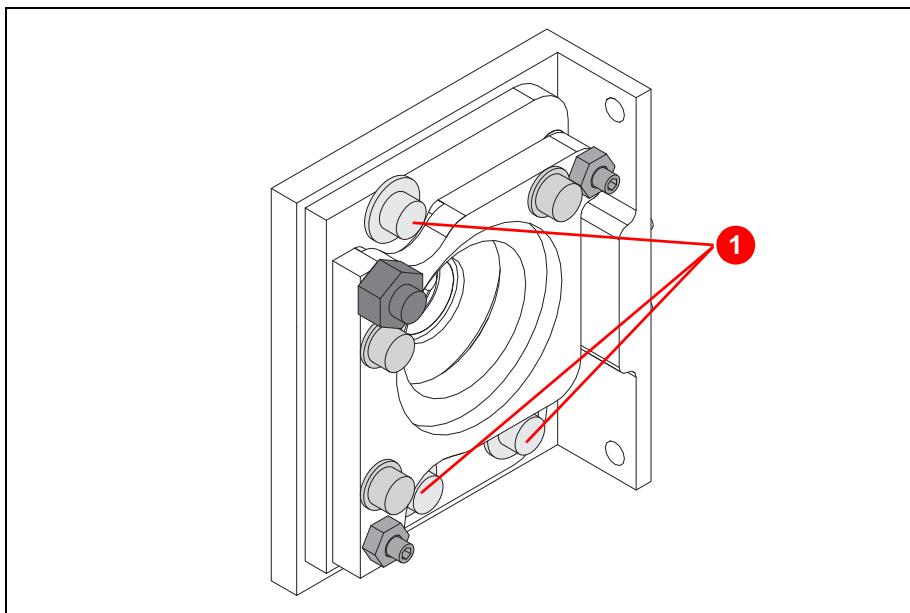


### HINWEIS

Der Strahlaufweitungshalter hat eine Bohrung mit einem bestimmten Durchmesser. Dieser Durchmesser ist so bemessen, dass nur bei 100%iger Justage kein Leistungsverlust feststellbar ist.

**i HINWEIS**

*Justage zwischen den Justagepunkten B und C durchführen.*



**Abbildung 6.31** Strahlaufweitungshalter montieren

39. Schrauben (1) ([Abbildung 6.31](#)) lösen.

**i HINWEIS**

*Befindet sich im Halter eine Linse zur Reduzierung der Strahldivergenz (Kollimierlinse), muss diese vor der Grundeinstellung ausgebaut werden.*

**⚠ VORSICHT**

**Beschädigungsgefahr!**

*Beschädigte Kabel und Leitungen führen zu Funktionsstörungen.*

- *Kabel und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!*

40. Strahlaufweitung in den Halter schrauben.
41. Fadenkreuz in den **Justagepunkt B** stecken.

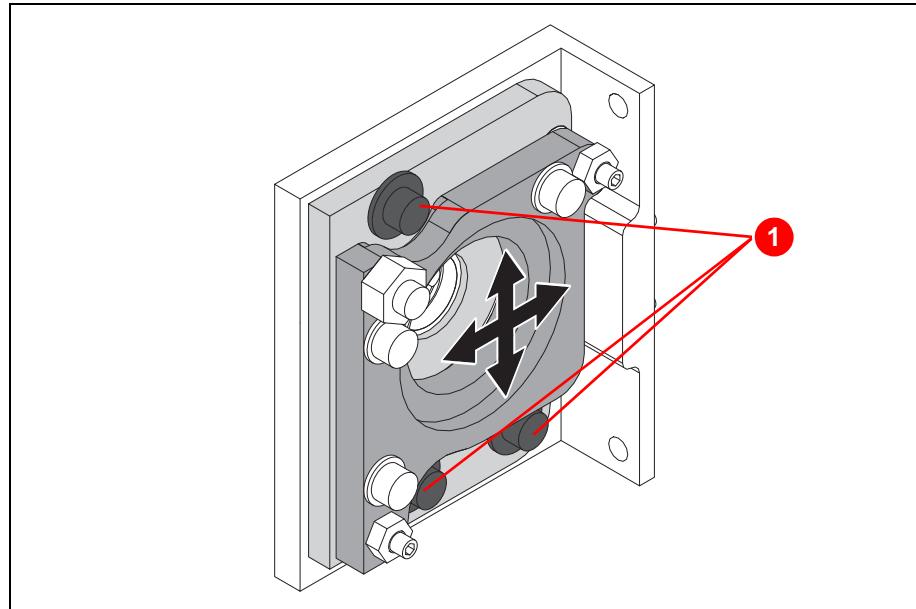


Abbildung 6.32 X-/Y-Justage

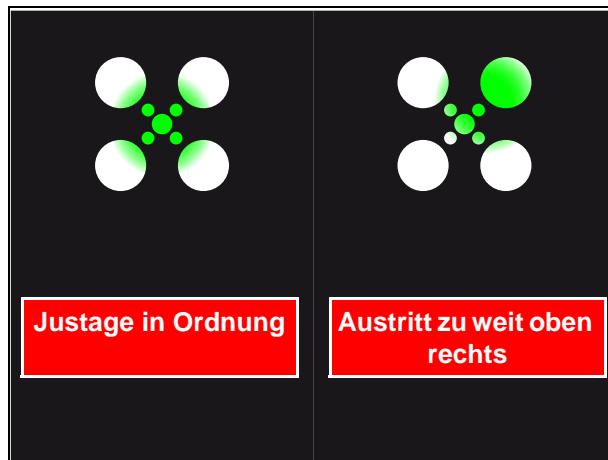


Abbildung 6.33 Strahljustage Strahlaufweitung in X-/Y-Richtung

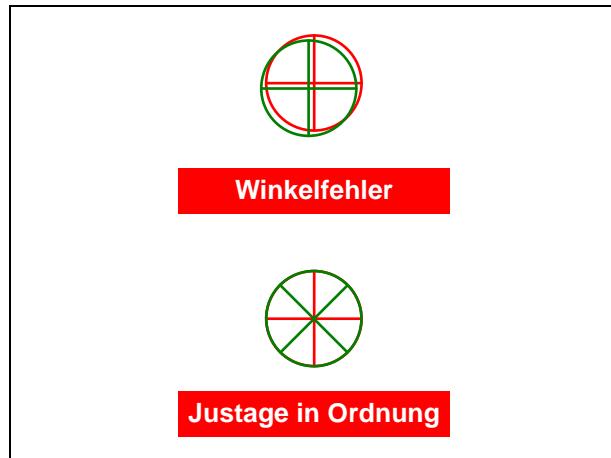
42. Shutter öffnen und die Lage des Strahles überprüfen (Strahl mittig durch das Fadenkreuz mit Aufnahme) ([siehe Abbildung 6.33](#)). Falls der Strahl mittig ist, weiter mit Punkt 43. Falls der Strahl außermittig ist, nach dem Lösen der Schrauben (1) die Strahlaufweitung in X- und Y-Richtung so verschieben, dass der Strahl mittig durch das Fadenkreuz trifft. Danach die Schrauben (1) vorsichtig festziehen.



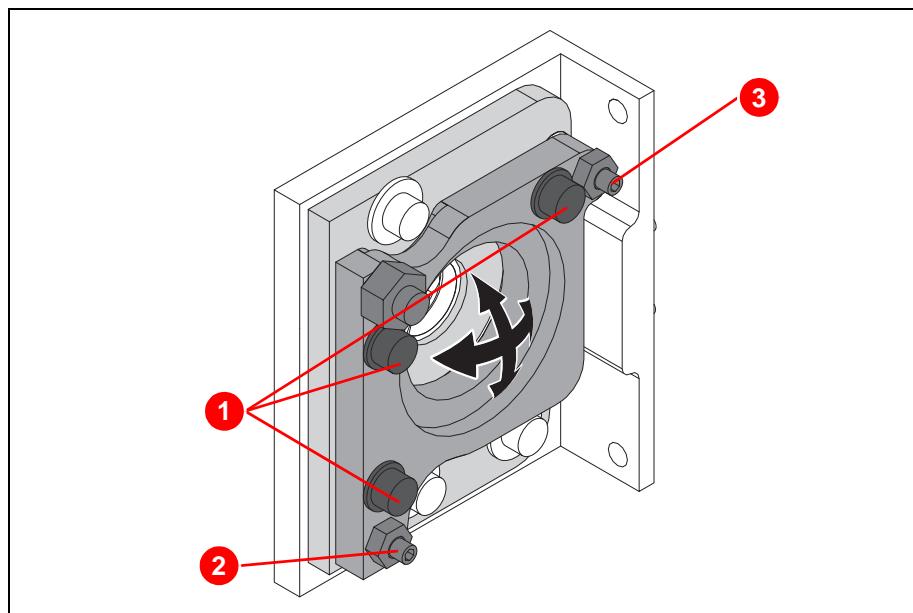
#### HINWEIS

Beim Festziehen der Schrauben darauf achten, dass die Position der Strahlaufweitung nicht verstellt wird.

43. Shutter schließen.
44. Fadenkreuz aus dem Justagepunkt B entnehmen.
45. Fadenkreuz in den Justagepunkt C stecken.
46. Shutter öffnen und Strahllage prüfen.

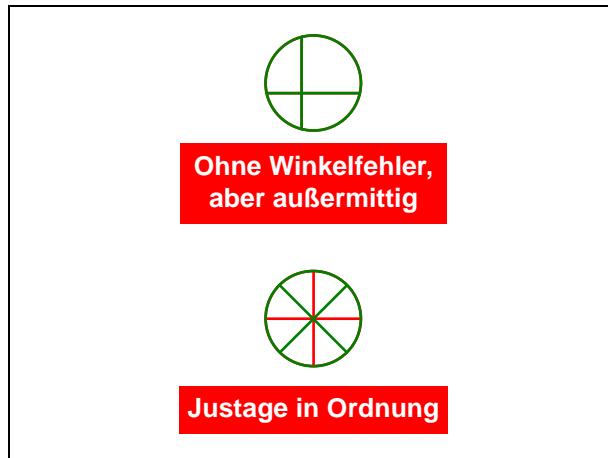


**Abbildung 6.34** Strahllage am Galvoflansch prüfen (1)



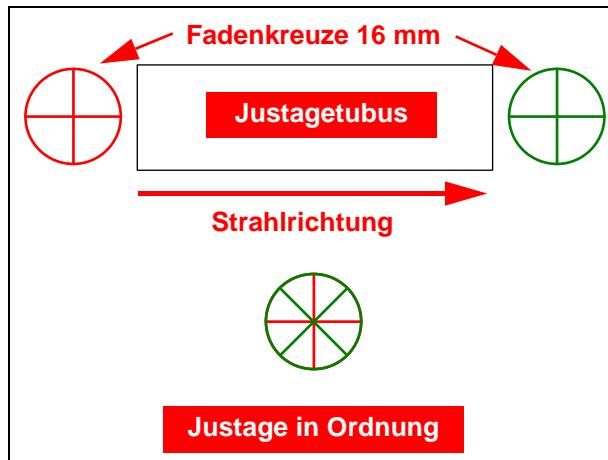
**Abbildung 6.35** Winkeleinstellung der Strahlaufweitung

47. Schrauben (1) (Abbildung 6.35) lösen und Winkelverstellung der Strahlaufweitung über die Schrauben (2) in horizontaler Richtung und (3) in vertikaler Richtung vornehmen.
48. Schrauben (1) nach Einstellung handfest anziehen und Schrauben (2 und 3) vorsichtig konttern.



**Abbildung 6.36** Strahllage am Galvoflansch prüfen (2)

49. Shutter öffnen und die Lage des Strahles überprüfen (Strahl mittig durch das Fadenkreuz mit Aufnahme) ([siehe Abbildung 6.33](#)). Falls der Strahl außermittig ist, nach dem Lösen der Schrauben (1) ([Abbildung 6.32, Seite 6-28](#)) die Strahlaufweitung in X- und Y-Richtung so verschieben, dass der Strahl mittig durch das Fadenkreuz trifft. Danach die Schrauben (1) vorsichtig festziehen.
50. Shutter schließen.
51. Punkte [47](#) bis [50](#) so oft wiederholen, bis die Mittigkeit des Laserstrahls durch die Justageblende der Strahlaufweitung (X-/Y-Einstellung) und die Winkeleinstellung korrekt sind.



**Abbildung 6.37** Strahllage am Galvoflansch prüfen (2)

52. Shutter öffnen und die Lage des Strahles überprüfen. Dazu das Fadenkreuz im Justagetubus um 45° verdrehen. Sind die abgebildeten Kreuze deckungsgleich, ist die Justage in Ordnung (dann weiter mit Punkt [56](#)).
53. Falls vorhanden, Kollimierlinse montieren.
  - Vor dem Einbau der Kollimierlinse Leistungsmessung durchführen.
  - Visuelle Prüfung und ggf. Reinigung der Linse durchführen.
  - Leistungsmessung mit eingebauter Kollimierlinse durchführen (max. Leistungsunterschied zur vorherigen Messung: 0,3 W).
  - Bei größerem Leistungsunterschied Linse nochmals reinigen bzw. austauschen.



### HINWEIS

Die Kollimierlinse besitzt eine Passung und muss nicht justiert werden.

Die Kollimierlinse verändert aber die Leistungsdichte (Strahldurchmesser verringert sich). Ggf. muss die Laserleistung reduziert werden.

---

54. Strahllage überprüfen.
55. Bei Bedarf Strahllage durch Verstellen des Strahlaufweitungshalters korrigieren (Punkte **47** bis **50** wiederholen).
56. Justagetubus entfernen.
57. System ausschalten.
58. Galvokopf anbauen.
59. Hauptschalter einschalten, System starten und Stromwert so einstellen, dass **ca. 6 bis 7 W Laserleistung** erreicht werden.
60. VLM-Software starten und mit dem Symbol „Hardware initialisieren“ Galvospiegel in eine definierte Ausgangslage bringen.
61. Mittige und zentrierte Abbildung des Laserstrahls bei ca. 1/3 der am Galvokopf angegebenen Fokuslänge prüfen.



### HINWEIS

Bei nicht korrekter Abbildung nach dem Galvokopf (z. B. exzentrisch, Laserstrahl unrund) sind der Galvokopf und die ALI-Karte zu prüfen.

---

62. Einstellung der Strahlaufweitung kontrollieren; ggf. auf den vor der Einstellung abgelesenen Wert einstellen und Fokuspunkt ([siehe Punkt 6.4, Seite 6-12](#)) überprüfen.
63. Leistungsmessung vor der Strahlaufweitung bzw. dem Positionierlasergehäuse (Option) und am Galvoflansch durchführen.



### HINWEIS

Ist ein Leistungsunterschied >0,3 W feststellbar, ist die Justage erneut durchzuführen.

---

64. Laseranlage ausschalten.
65. Weiterführende/abschließende Arbeiten entsprechend des vorhandenen Lasersystems durchführen:
  - Lasersysteme **mit Externen Modulator**: Erweiterte Justage des Laserstrahls durchführen ([siehe Punkt 6.5.2.2, Seite 6-32](#)).
  - Lasersysteme in **Basisausstattung und mit Positionierlaser**: Strahlverrohrung, Faltenbalge und Galvokopf wieder montieren.
  - Lasersysteme **mit Positionierlaser**: Justage des Positionierlasers durchführen ([siehe Punkt 6.5.3, Seite 6-43](#)).
66. Laseranlage ausschalten.
67. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
68. Laseranlage in Betrieb nehmen.
69. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmessgerät überprüfen und eine Testbeschriftung durchführen (max. Leistungsverlust 1 W). Messwerte in das Logbuch eintragen.

### 6.5.2.2 Erweiterte Justage mit WinCam<sup>1)</sup>

1. Basisjustage des Laserstrahls durchführen ([siehe Punkt 6.5.2.1, Seite 6-20](#)).

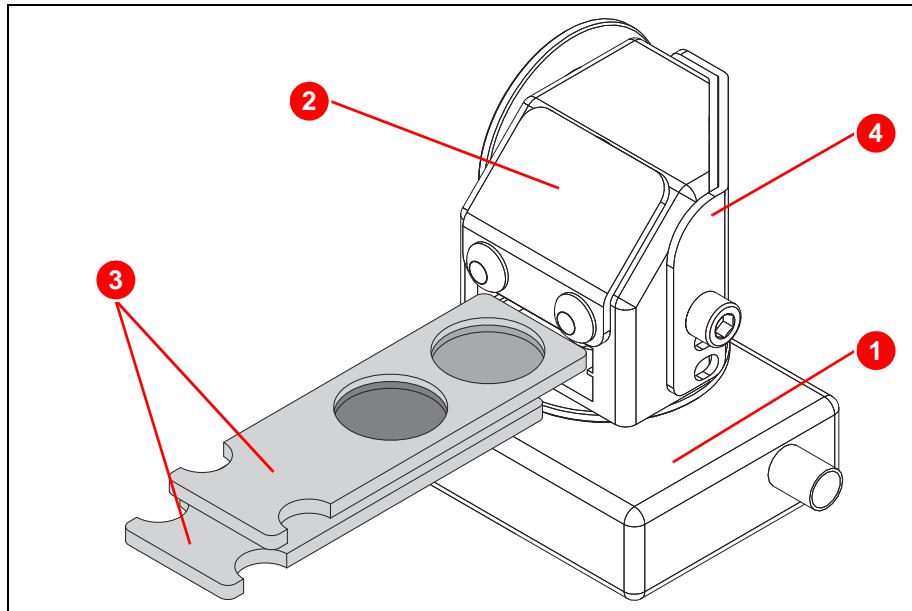


Abbildung 6.38 WinCam montieren

2. WinCam-Komponenten montieren ([siehe Abbildung 6.38](#)):

- CCD-Kamera (1),
- Abschwächwürfel (2),
- ND-Filtersatz (3),
- Strahlschutzblech (4).



#### VORSICHT

##### Beschädigungsgefahr!

Ohne bzw. mit falschem ND-Filter wird die CCD-Kamera zerstört!

- Die Verwendung von ND-Filtern ist zwingend vorgeschrieben!
- Die Kamera selbst muss mit einem ND 4-Aufschraubfilter versehen am Abschwächwürfel befestigt werden!
- Darauf achten, dass die verwendeten Filter für die Wellenlänge des Lasers (1064 nm) geeignet sind!



#### WARNUNG

##### Brandgefahr!

Ohne montiertes Strahlschutzblech tritt der Laserstrahl aus!

- Strahlschutzblech immer montieren!



#### WARNUNG

##### Verbrennungsgefahr!

Das Strahlschutzblech kann sich bei längeren Messungen aufheizen!

- Strahlschutzblech vor dem Berühren abkühlen lassen.

<sup>1)</sup> Nur bei Lasersystemen mit Externem Modulator durchzuführen.

3. Höchste Filterkombination in den Abschwächwürfel einstecken (z. B. ND 4 und ND 2).
4. Laserleistung auf **ca. 13 bis 14 W** einstellen.

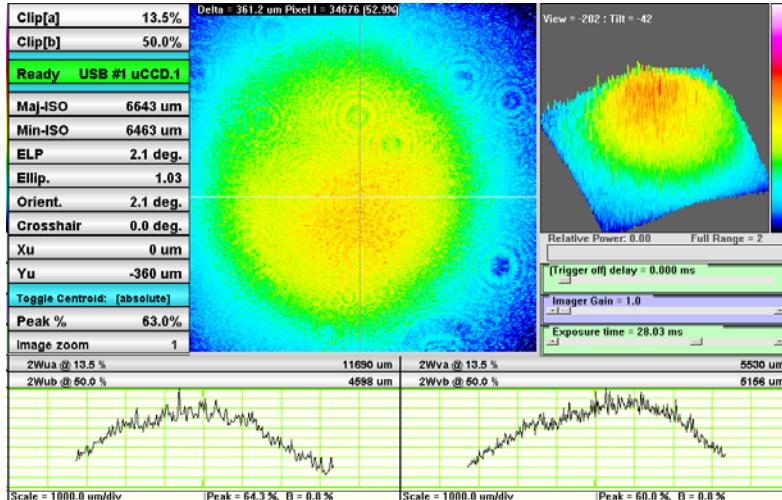


## VORSICHT

### Beschädigungsgefahr!

Bei zu hoher Leistung besteht die Gefahr der Zerstörung des Abschwächwürfels!

- Die maximale Laserleistung gemäß Handbuch des Abschwächwürfels nicht überschreiten!



**Abbildung 6.39** Laserstrahl kontrollieren

5. Programm „DataRay“ am PC öffnen.
6. Grundeinstellungen der WinCam überprüfen bzw. durchführen ([siehe Punkt 6.2.3, Seite 6-6](#)).
7. WinCam-Software auf eine Wellenlänge von **1064 nm** einstellen.
8. CCD-Kamera mit dem USB-Anschluss des PC verbinden.
9. Shutter öffnen und das Vorhandensein des Laserstrahls prüfen.

**Wenn keine Laserstrahlung sichtbar ist:**

- a) Shutter schließen.
- b) Dichte der ND-Filterkombination schrittweise verringern (z. B. ND 4 und ND 1).



## VORSICHT

### Beschädigungsgefahr!

Gefahr der Beschädigung des Filterhalters.

- Filter keinesfalls bei eingeschaltetem Laserstrahl verschieben oder entfernen!

- c) Shutter öffnen und Vorhandensein des Laserstrahls erneut kontrollieren.
- d) Schritte a bis c so oft wiederholen, bis der Laserstrahl in der Software sichtbar ist.
- e) Bei Bedarf einen Filter entfernen.

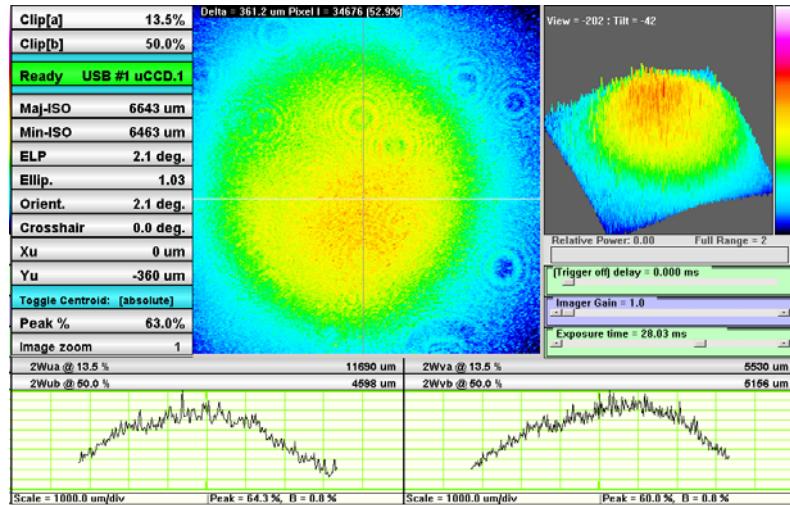


## VORSICHT

### Beschädigungsgefahr!

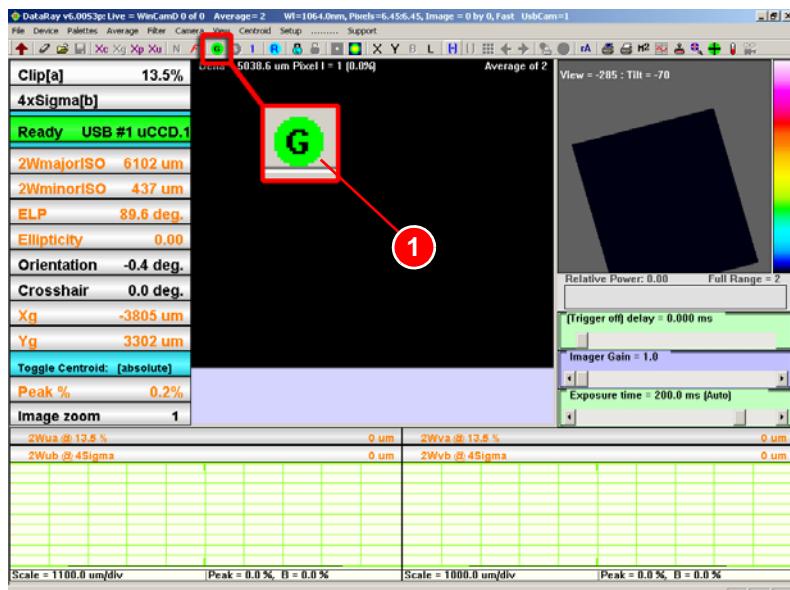
Ohne bzw. mit falschem ND-Filter wird die CCD-Kamera zerstört!

- Die Verwendung von ND-Filtern ist zwingend vorgeschrieben!



**Abbildung 6.40** Kameraposition prüfen

10. Shutter öffnen und die Kameraposition überprüfen.
11. Shutter schließen und Kameraposition bei Bedarf anpassen. Dazu den Klemmring an der Kamera lösen und die Kamera in 90°-Schritten verdrehen oder in den Softwareoptionen der WIN-CAM: Reiter „Setup“ -> Capture setup dialog -> „Flip Image vertical“ oder „Rotate 180°“.



**Abbildung 6.41** Laserstrahl einrichten (1)

12. Shutter öffnen und die WinCam-Messung über den Button (1) ([Abbildung 6.41](#)) starten.

## Justagearbeiten

Laserstrahl justieren

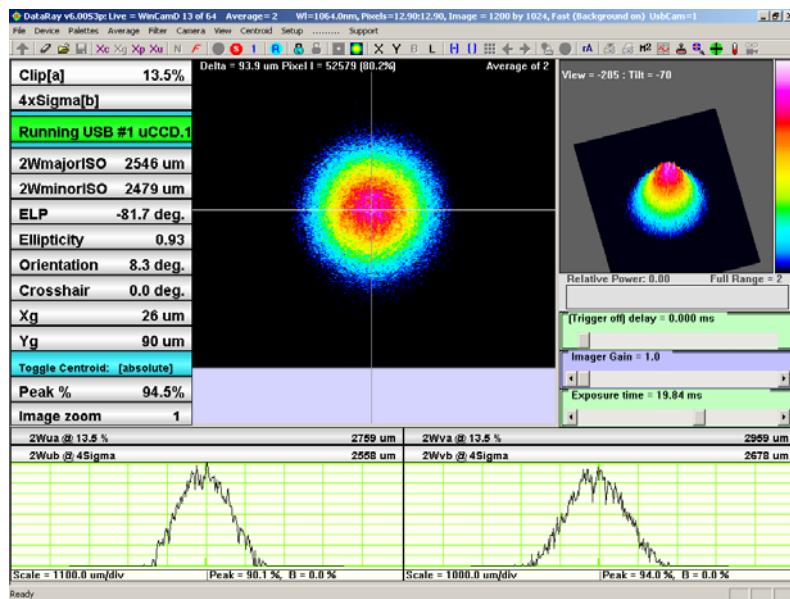


Abbildung 6.42 Laserstrahl einrichten (2)

13. Die Abbildung des Laserstrahls sollte sich in der Bildschirmmitte befindet ([siehe Abbildung 6.42](#)).

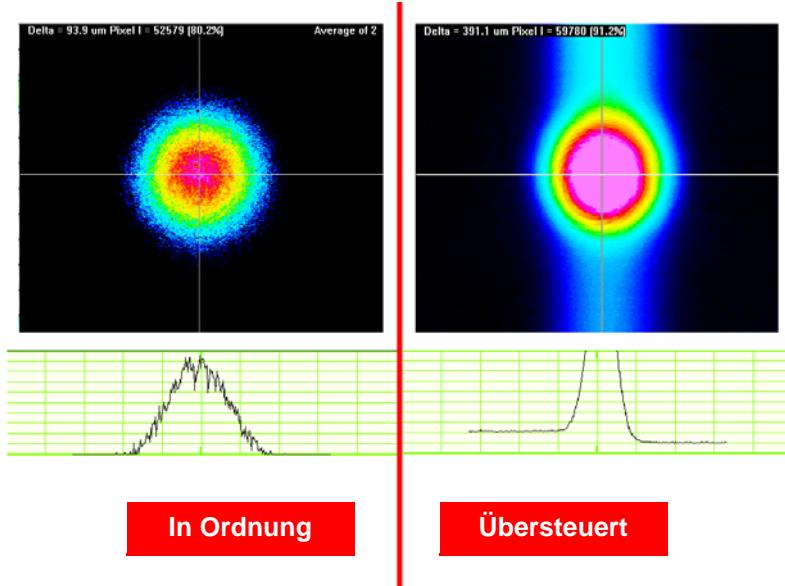


Abbildung 6.43 Übersteuerung Kamera



## GEFAHR

### Augenschädigung durch Laserstrahlung!

Bei der Kontrolle der Abbildung ohne Laserschutzbrille bestehen akute Gefährdungen der Augen durch den Laserstrahl!

- Zur Kontrolle der Abbildung ohne Laserschutzbrille muss der Laserstrahl ausgeschaltet werden!



## HINWEIS

Die blaue Darstellung der Übersteuerung in der Abbildung des Laserstrahls kann bei der vorgeschriebenen Benutzung einer Laserschutzbrille unter Umständen nicht erkannt werden!



## HINWEIS

Zur Kontrolle der Übersteuerung den Stopp-Button betätigen ([siehe Abbildung 6.44](#)). Es wird eine Momentaufnahme angezeigt. Laserstrahl abschalten und die Bildschirmanzeige ohne Schutzbrille kontrollieren.

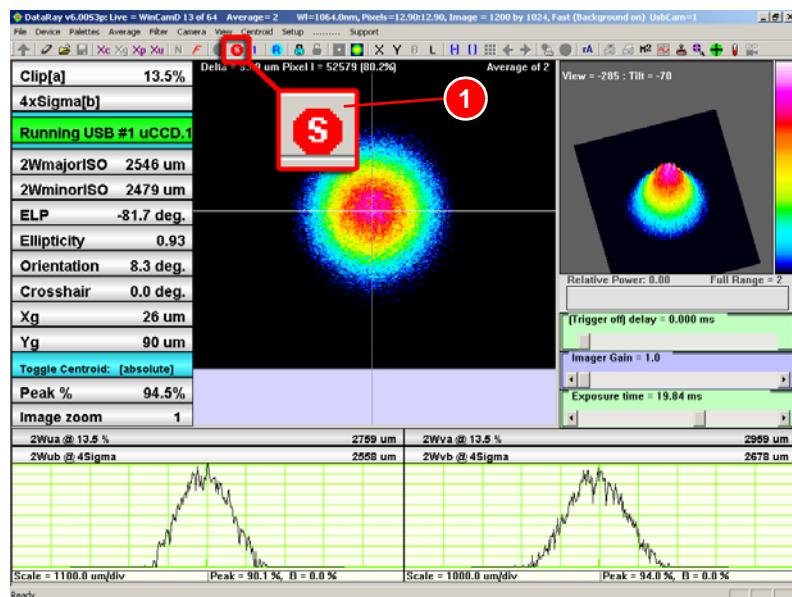


Abbildung 6.44 Messung stoppen

14. WinCam-Messung über den Button (1) ([Abbildung 6.44](#)) stoppen und Shutter schließen.
15. Fadenkreuz nach der Umlenkeinheit montieren ([Justagepunkt A](#)).



## HINWEIS

Einbaurichtung des Fadenkreuzes beachten. Bei Nichtbeachten kann keine korrekte Justage durchgeführt werden.

## Justagearbeiten

Laserstrahl justieren

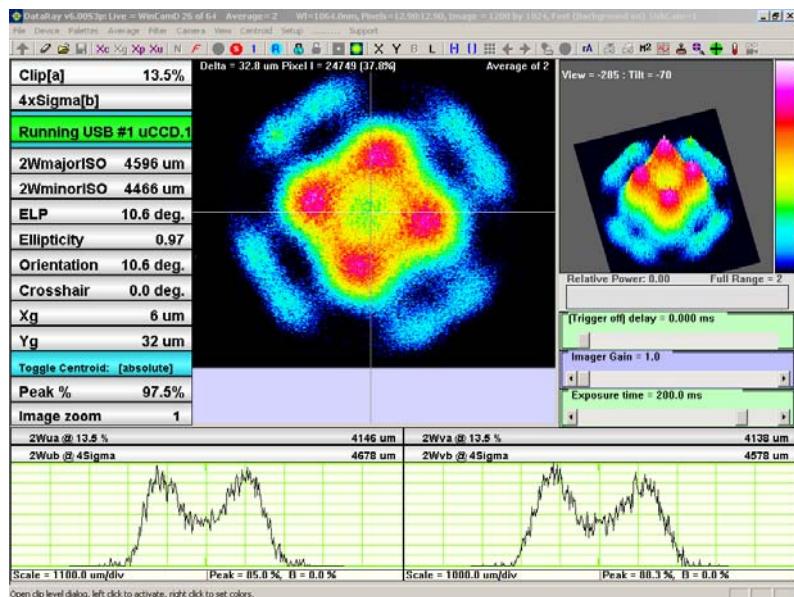


Abbildung 6.45 Messung „A“ vor der Justage

16. Shutter öffnen und die WinCam-Messung starten.

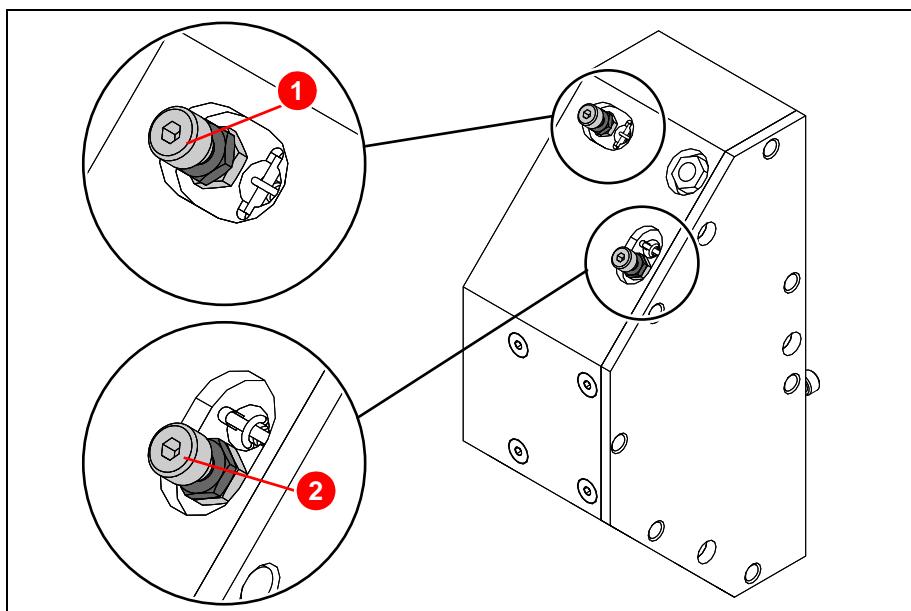


Abbildung 6.46 Strahljustage oberer Umlenkspiegel

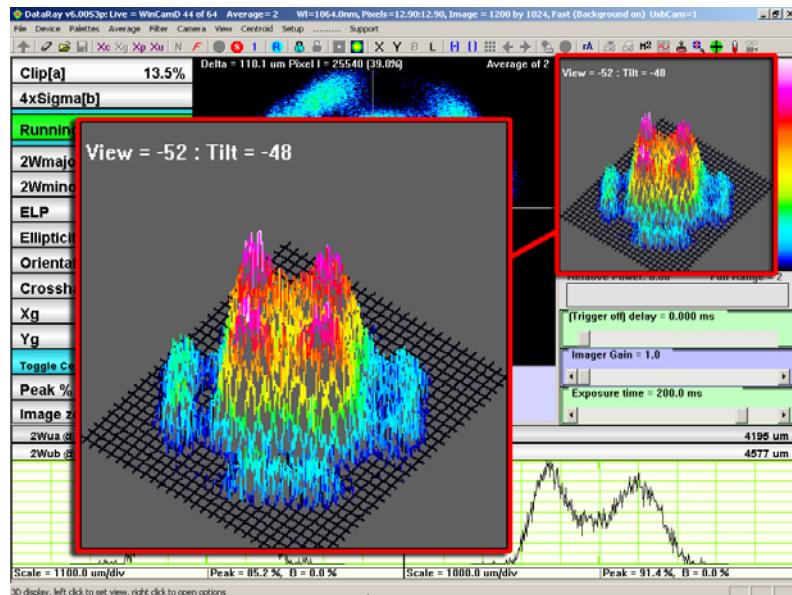
17. Kontermuttern der Einstellschrauben lösen.



### HINWEIS

Untere Mutter keinesfalls lösen. Hierbei handelt es sich um die Halterung der Justageschraube!

18. Strahljustage durch Verstellen des oberen Umlenkspiegels der Umlenkeinheit auf die Mitte des Fadenkreuzes vornehmen.
  - Horizontale Einstellung (1) ([Abbildung 6.46](#))
  - Vertikale Einstellung (2)

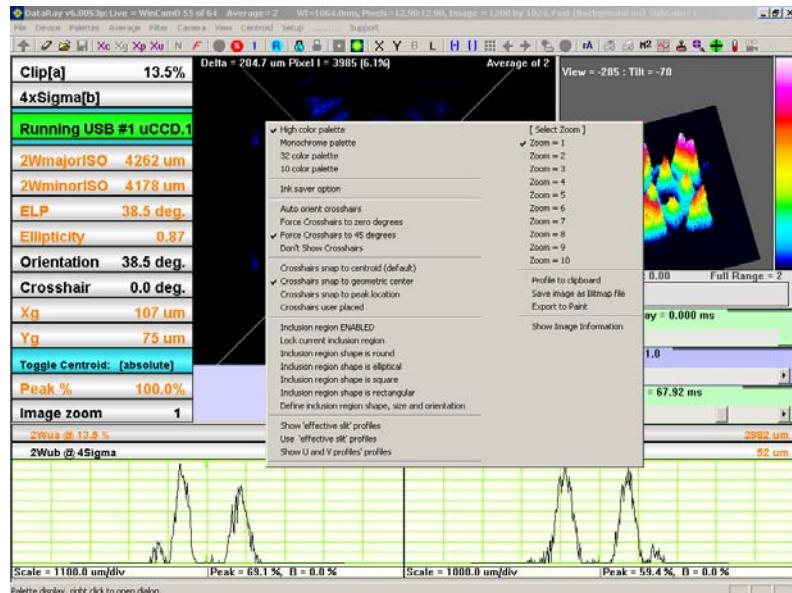


**Abbildung 6.47** 3D-Darstellung Laserstrahl



## HINWEIS

Zur genaueren Kontrolle der Einstellung kann die 3D-Darstellung mit gedrückter Maustaste gedreht werden.

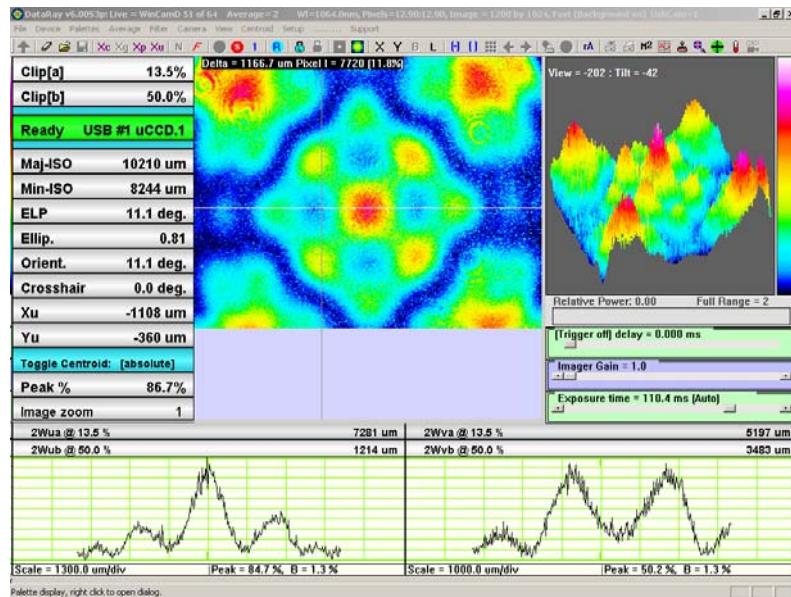


**Abbildung 6.48** Fadenkreuz-Einstellungen WinCam-Software



## HINWEIS

Durch Rechtsklick auf die Abbildung des Laserstrahls kann die Ausrichtung des Fadenkreuzes der WinCam-Software geändert werden, um genauere Einstellungen vornehmen zu können.



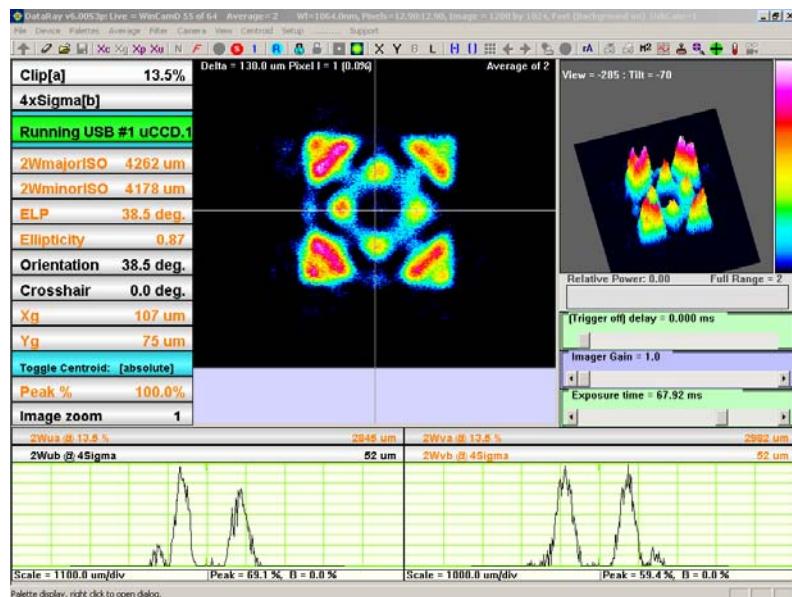
**Abbildung 6.49** Messung „A“ nach der Justage

19. Shutter nach Justage schließen.
20. Fadenkreuz nach der Umlenkeinheit (**Justagepunkt A**) demontieren.
21. Fadenkreuz nach der Umlenkeinheit (**Justagepunkt B**) montieren.



### HINWEIS

Auf das Vorhandensein der Absorberfläche gegenüber dem Strahlausritt achten.



**Abbildung 6.50** Messung „B“ vor der Justage

22. Shutter öffnen und Abbildung des Lasers in der WinCam kontrollieren ([siehe Abbildung 6.50](#)).
23. Kontermuttern der Einstellschrauben des unteren Umlenkspiegels lösen.



### HINWEIS

*Untere Mutter keinesfalls lösen. Hierbei handelt es sich um die Halterung der Justageschraube!*

---

## Justagearbeiten

Laserstrahl justieren

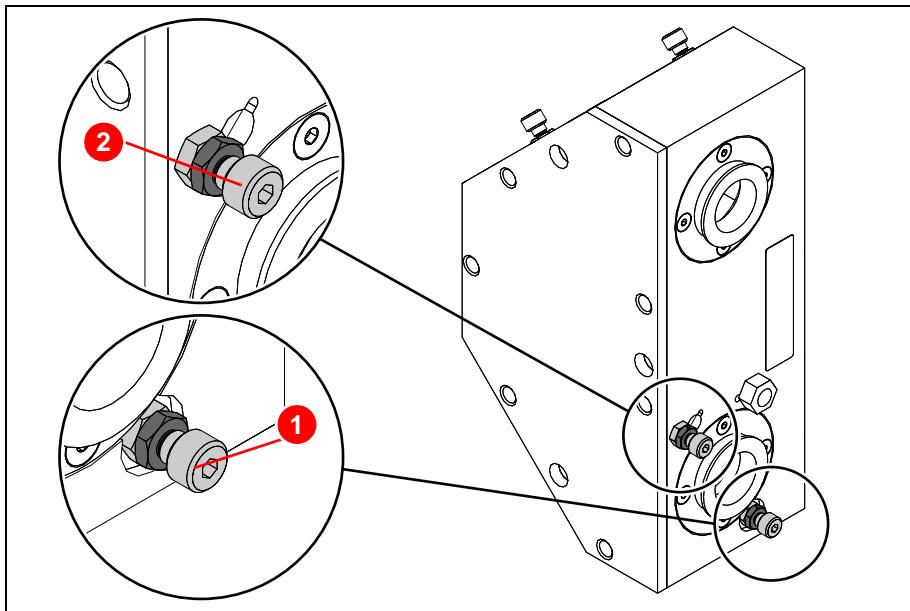


Abbildung 6.51 Strahljustage unterer Umlenkspiegel



### WARNUNG

#### Verletzungsgefahr!

Beim Eingriff in den Laserstrahl besteht Verletzungsgefahr!

- Während der Justage nicht in den Laserstrahl greifen!

24. Strahljustage durch Verstellen des unteren Umlenkspiegels der Umlenkeinheit vornehmen.
  - Horizontale Einstellung (1) ([Abbildung 6.51](#))
  - Vertikale Einstellung (2)
25. Shutter nach Justage schließen.
26. Fadenkreuz mit Aufnahme in die Grundplatte am Galvoflansch stecken.
27. Einstellschrauben an der Umlenkeinheit vorsichtig kontern.



### HINWEIS

Darauf achten, dass sich beim Festziehen der Kontermuttern die Strahllage nicht verändert!

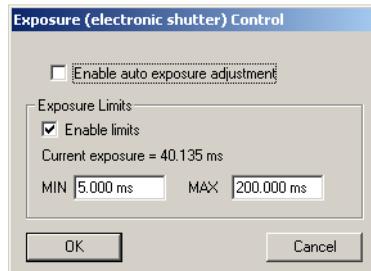
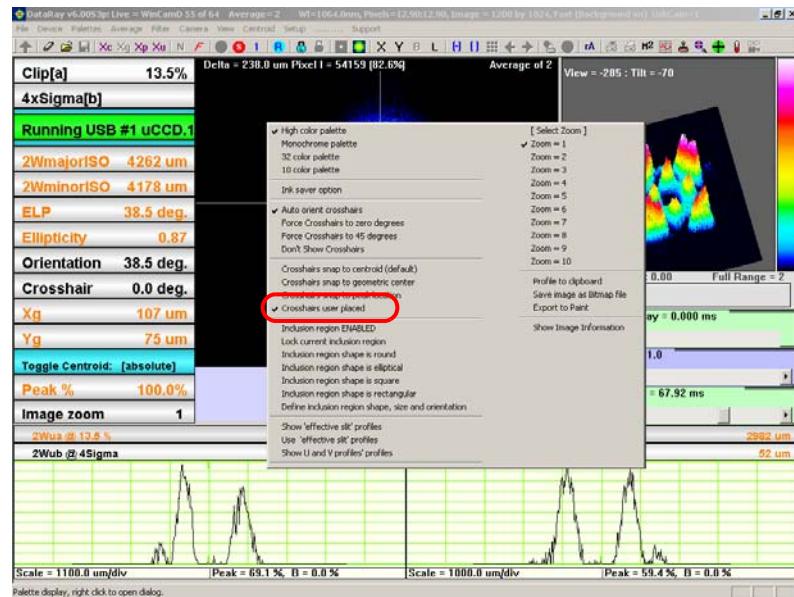


Abbildung 6.52 Einstellungen Exposure Control

28. Mit der rechten Maustaste auf „Exposure time“ klicken und im darauf öffnenden Popup den Punkt „Enable auto exposure adjustment“ deaktivieren ([siehe Abbildung 6.52](#)).



**Abbildung 6.53** Fadenkreuz benutzerdefiniert

29. Fadenkreuz der WinCam-Software als benutzerdefiniert definieren (siehe Abbildung 6.53). Die Koordinaten des Fadenkreuzes werden dadurch an einem festen Punkt gehalten. Dazu mit der Maus in das Zentrum der Abbildung klicken. Die Linien des Fadenkreuzes folgen der Maus und sind fixiert.
30. Fadenkreuz entfernen.
31. Geeigneten Zoomfaktor in der WinCam-Software einstellen.
32. Strahlgeometrie des Laserstrahles mit WinCam prüfen.
33. Externen Modulator einbauen und justieren (siehe Punkt 6.5.4, Seite 6-45).

### 6.5.3 Positionierlaser<sup>1)</sup>

1. Lasersystem ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
2. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich rechts).
3. Shutter gegen Einschalten sichern.



#### **WARNUNG**

##### **Laserstrahlung!**

*Unfall-/Verletzungsgefahr durch Laserstrahlung!*

- Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen!

- 
4. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.



#### **GEFAHR**

##### **Geöffnetes Lasersystem, fehlende Sicherheitseinrichtungen!**

*Bei geöffnetem Lasersystem und/oder entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!*

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
  - Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
  - Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
  - Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!
- 
5. Unter dem Galvokopf Beschriftungsmaterial (eloxiertes Blech, beschichtetes Papier) im Fokus mit Klebeband fixieren.



#### **WARNUNG**

##### **Brandgefahr!**

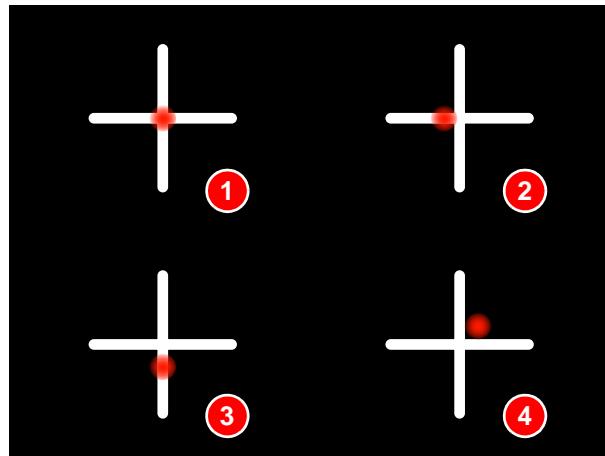
*Bei der Verwendung von ungeeignetem Beschriftungsmaterial besteht Brandgefahr!*

- Die absorbierende Fläche darf keinesfalls aus brennbaren Materialien bestehen!

- 
6. Laseranlage mit Schlüsselschalter einschalten.
  7. Shutter öffnen; der Austritt des Laserstrahls wird durch den Q-Switch geblockt.
  8. Programm für Kreuz im Feldmittelpunkt mit dem Material entsprechenden Laserparametern ablaufen lassen.
  9. Shutter schließen.
  10. Laseranlage ausschalten; Hauptschalter auf Stellung „Ein“ belassen.

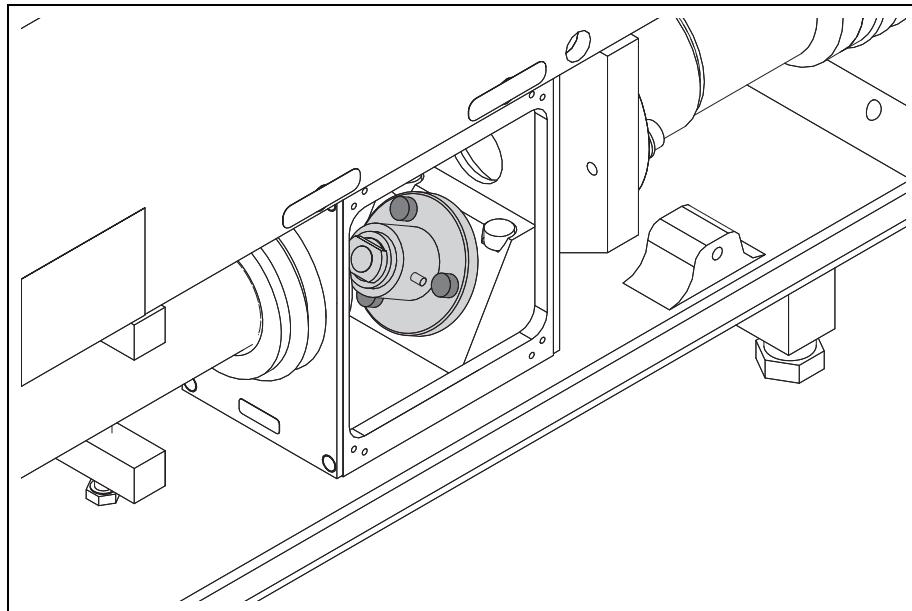
---

<sup>1)</sup> Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp.



**Abbildung 6.54** Justage des Positionierlasers kontrollieren

11. Position des Positionierlasers zum abgebildeten Kreuz kontrollieren. [Abbildung 6.54](#) zeigt Beispiele für mögliche Abbildungen:
  - Justage in Ordnung (1)
  - Austritt zu weit links (2)
  - Austritt zu weit unten (3)
  - Austritt zu weit oben rechts (4)
12. Gehäuse des Positionierlasers öffnen.



**Abbildung 6.55** Justage Positionierlaser

13. Positionierlaser über die drei Stellschrauben ([siehe Abbildung 6.55](#)) auf den Mittelpunkt des markierten Fadenkreizes einstellen.
14. Gehäuse des Positionierlasers schließen.
15. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
16. Laseranlage in Betrieb nehmen.

## 6.5.4 Externer Modulator<sup>1)</sup>

1. Laserleistung am Messpunkt 3 (nach der Umlenkeinheit) mit temporären Strom  $I_{AP\_temp}$  bei 70 kHz messen.
2. Sperrverhalten HG 29-80 prüfen/einstellen ([siehe Punkt 6.6.3, Seite 6-52](#)).
3. Strom auf 10 A einstellen, dann Sprung auf  $I_{AP\_temp}$ .
  - Dabei darf ebenfalls kein Strahl herauskommen.
  - Eventuell durch geringes Nachdrehen des Potis in CW-Richtung ausgleichen.



### HINWEIS

**Nach dem Einbau des externen Modulators** müssen in der Laserconsole folgende Parameter für den Betrieb mit EM eingestellt werden:

Pfad	Parameter	Wert
Interfaces\Interpolation\iffDriver	Marking with external modulator	aktiv
Laser\Laser_LSC	Current for analog power	Strom Arbeitspunkt $I_{AP\_temp}$
Laser\Laser_LSC	Power Mode	Analog Power Mode : Power in %
Laser\Laser_LSC	Shutter Protection Time Enabled	inaktiv



### GEFAHR

#### Laserstrahlung!

Mit aktiviertem externen Modulator ist der Laserstrahl nach Resonator mit nomineller Leistung (z. B. 25 W beim PL E AIR 25 EM ITX) immer an!

- Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen!

<sup>1)</sup> Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp.

4. Basis- ([siehe Punkt 6.5.2.1, Seite 6-20](#)) und erweiterte Justage ([siehe Punkt 6.5.2.2, Seite 6-32](#)) des Laserstrahls durchführen.

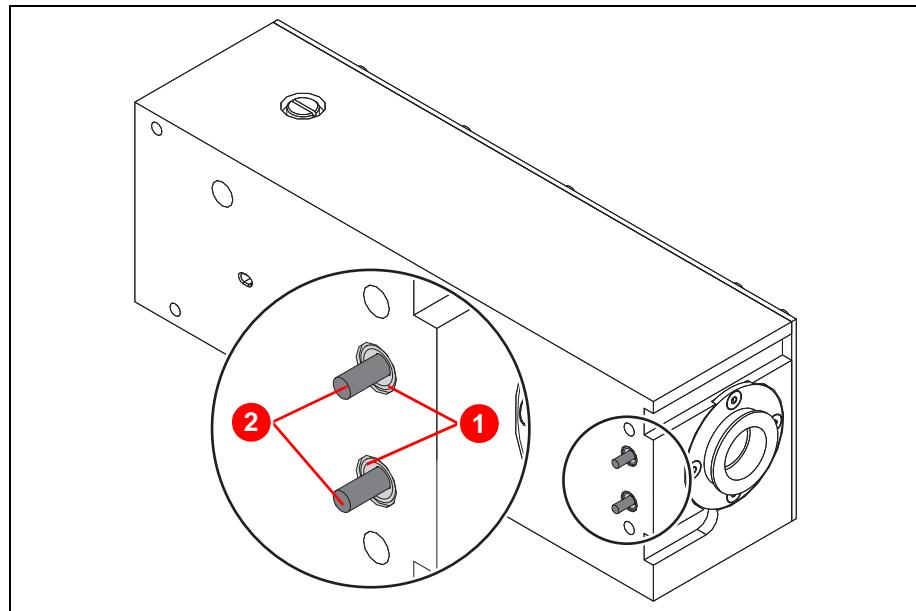


Abbildung 6.56 Passstifte Externer Modulator

5. Kontrollieren, dass die Buchsen (1) ([Abbildung 6.56](#)) für die Passstifte nicht überstehen.



### HINWEIS

3 x Passstift 3x12 (110101068) verwenden.

6. Zwei Passstifte (2) in die Buchsen des Externen Modulators einsetzen.

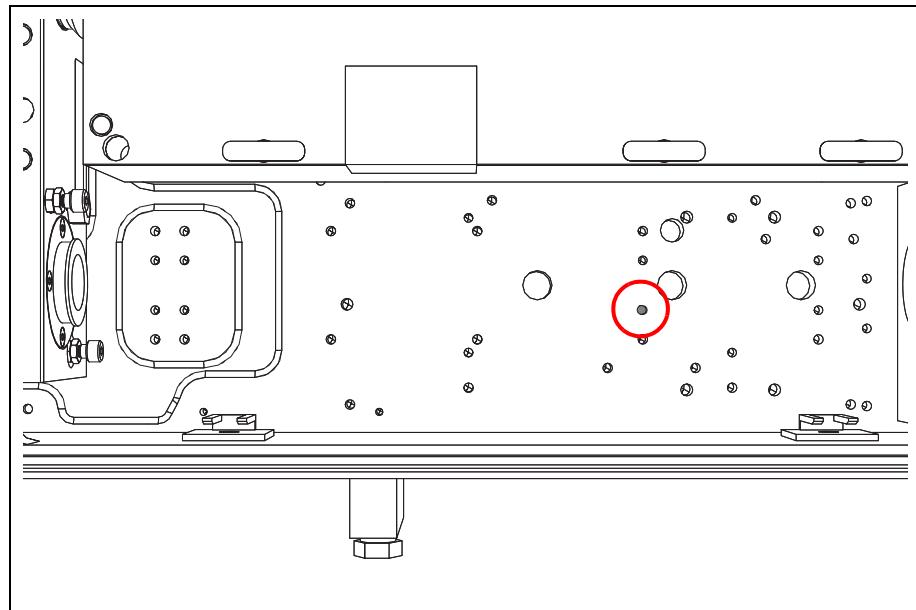


Abbildung 6.57 Passstift im Laserkopf

7. Dritten Passstift in den Laserkopf einsetzen (in Externen Modulator befindet sich hier ein Langloch).
8. PC herunterfahren.

9. Einschub ausschalten.
10. Faltenbalg am Externen Modulator anbringen.
11. HF-Leitung am Externen Modulator anschließen und festschrauben.
12. Externen Modulator in den Laserkopf einsetzen, Schrauben noch nicht festziehen.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

*Bei unsachgemäßer Handhabung können Komponenten beschädigt werden.*

- Fasern und die HF-Leitung nicht zu quetschen, auf richtigen Sitz des Faltenbalges achten.

- 
13. Leistungsmesskopf am Strahlausritt positionieren und in Betrieb nehmen.



### **WARNUNG**

#### **Laserstrahlung!**

*Unfall-/Verletzungsgefahr durch Laserstrahlung!*

- Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen!

- 
14. Anlage einschalten.
  15. Laser Console starten und als „service“ anmelden.
  16. Strom  $I_{AP\_temp}$  einstellen (100 % = nominelle Leistung).
  17. Laserstrahl einschalten.
  18. Leistung des Laserstrahls nach dem externen Modulator auf 30 bis 40 % (7,5-10 W) reduzieren.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

*Bei zu hoher Leistung kann die WinCam bei der folgenden Überprüfung beschädigt werden!*

- Leistung des Laserstrahls reduzieren.

- 
19. Strahllage in der WinCam überprüfen.



### **HINWEIS**

*Bei einem Strahlversatz >500 µm in X und/oder Y, Rofin kontaktieren.*

---

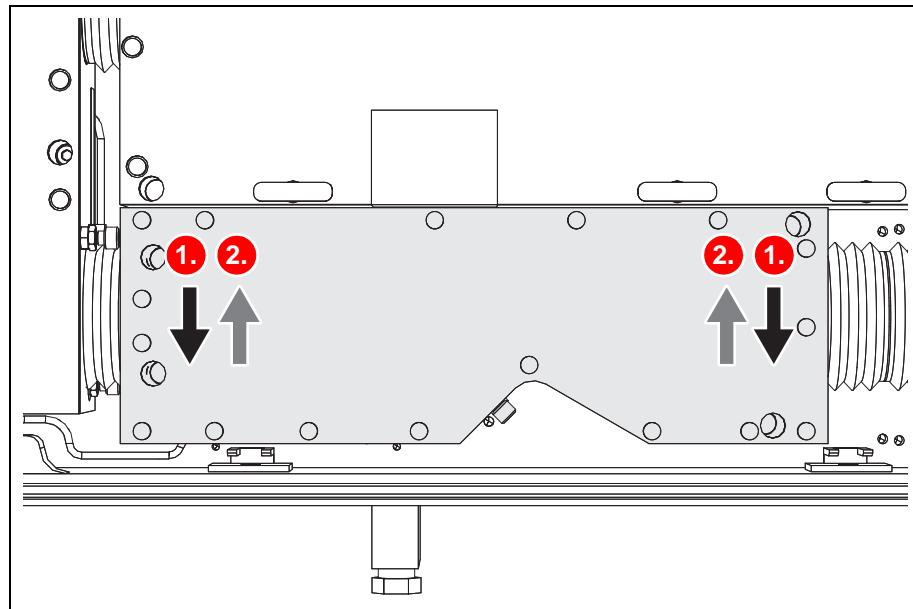


Abbildung 6.58 Externen Modulator verschieben

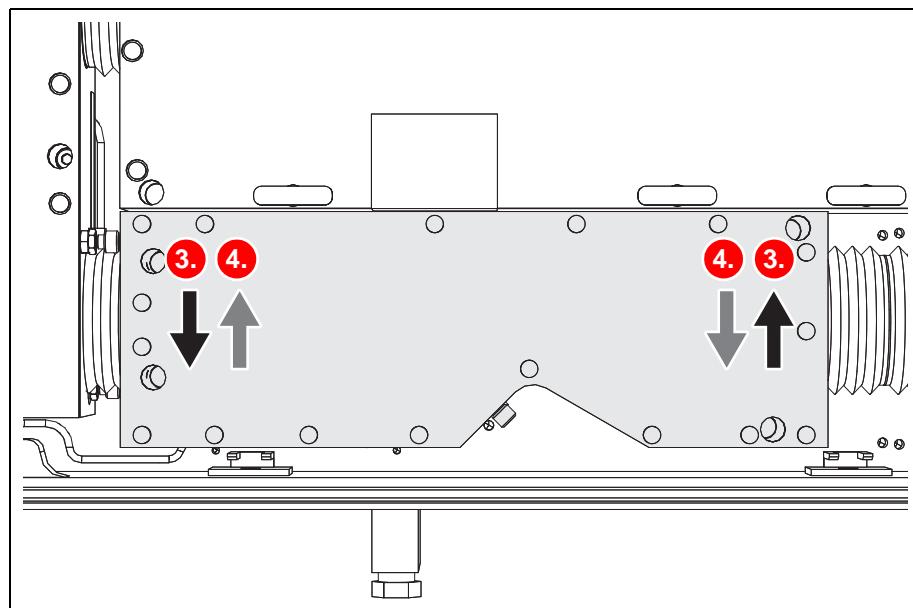
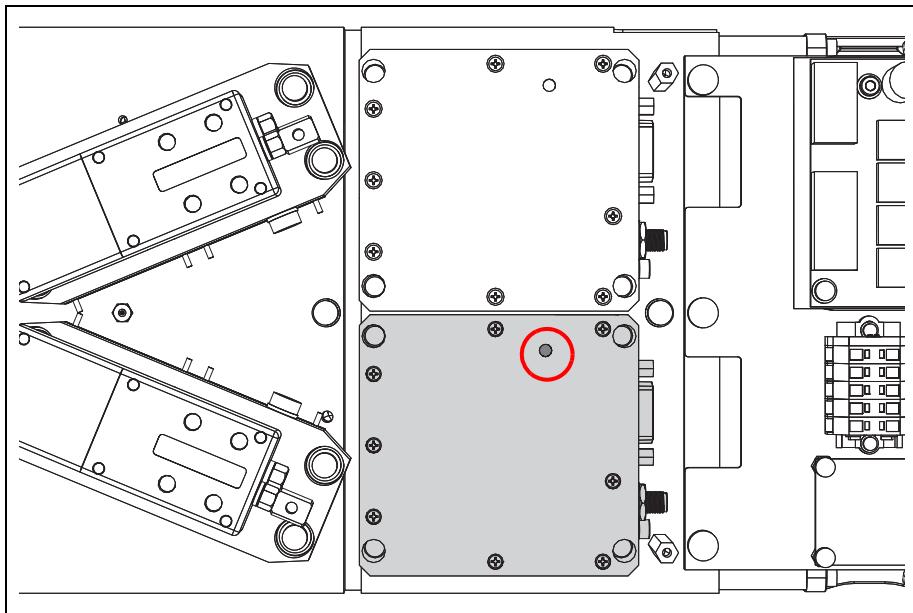


Abbildung 6.59 Externen Modulator „kippen“

20. Durch Verschieben und „Kippen“ des Externen Modulators feststellen, in welcher Position die Leistung am größten ist.
21. In dieser Position Befestigungsschrauben vorsichtig anziehen. Dabei an der Leistungsanzeige kontrollieren, dass sich die Leistung nicht verringert.
22. Abdeckung des Versorgungseinschubes öffnen.
23. Abdeckung des Pumpmoduls öffnen.

## Justagearbeiten

### Laserstrahl justieren



**Abbildung 6.60 HG 29-80**

24. Mit dem Potentiometer am HG 29-80 die Leistung bei  $I_{AP\_temp}$  und 70 kHz maximieren. Wert notieren.
25. Der gemessene Wert muss  $\geq 85\%$  des Leistungswertes sein, der vor Einbau des externen Modulators gemessen wurde (maximal zulässiger Verlust 4,4 W). Falls nicht, ist Coherent-Rofin zu kontaktieren.
26. Lage des Laserstrahls nach der Strahlaufweitung mit der WinCam prüfen und gegebenenfalls in x, y, phi nachjustieren.
27. Nochmals Leistungsmessung am Galvoflansch durchführen.
28. Laseranlage ausschalten.
29. Strahlverrohrung, Faltenbalge und Galvokopf wieder montieren.
30. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
31. Laseranlage in Betrieb nehmen.
32. Außerhalb des Fokus mit 70 kHz und  $I_{AP\_temp}$  die Leistung messen und den Strom schrittweise verringern, bis im Feld 24-25 W erreicht sind.
33. Stromwert im „configwin-32.xml“ als neue Stromgrenze eintragen.

## 6.6 HF-Generator

### 6.6.1 Betriebsspannung HG 29-40

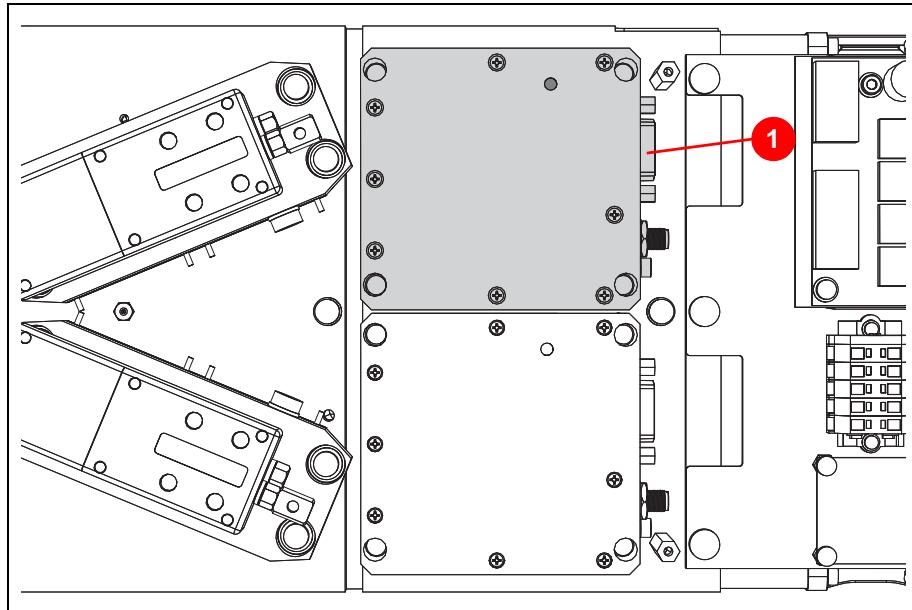


Abbildung 6.61 Anschlussstecker -X12 HG 29-40

1. Anschlussstecker -X12 (1) (Abbildung 6.61) vom HG-29-40 abschrauben und abziehen.
2. Messadapter an -X12 des HG 29-40 stecken.
3. Anschlussstecker -X12 an Messadapter stecken.
4. Voltmeter an Pin 1 (-) und Pin 5 (+) des Messadapters anschließen.
5. Lasersystem gegen Einschalten sichern (Schlüssel vom Schlüsselschalter abziehen).



#### GEFAHR

##### Geöffnetes Lasersystem, fehlende Sicherheitseinrichtungen!

Bei geöffnetem Lasersystem und/oder entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
- Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
- Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
- Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!

6. Netzstecker der Laseranlage einstecken.
7. Hauptschalter einschalten.
8. Schlüsselschalter auf Position „1“ schalten.
9. Aufwärmzeit des Systems von 15 Minuten abwarten.
10. Betriebsspannung (24,0 V -1 V/+2 V) am HG 29/-X12 messen.



### HINWEIS

Bei fehlerhafter Betriebsspannung ist das Netzteil -G1 zu überprüfen/auszutauschen.

11. Schlüsselschalter auf Position „0“ schalten und die Nachlaufzeit abwarten.
12. Hauptschalter ausschalten.
13. Messadapter und Messgeräte entfernen.

#### 6.6.2 Betriebsspannung HG 29-80

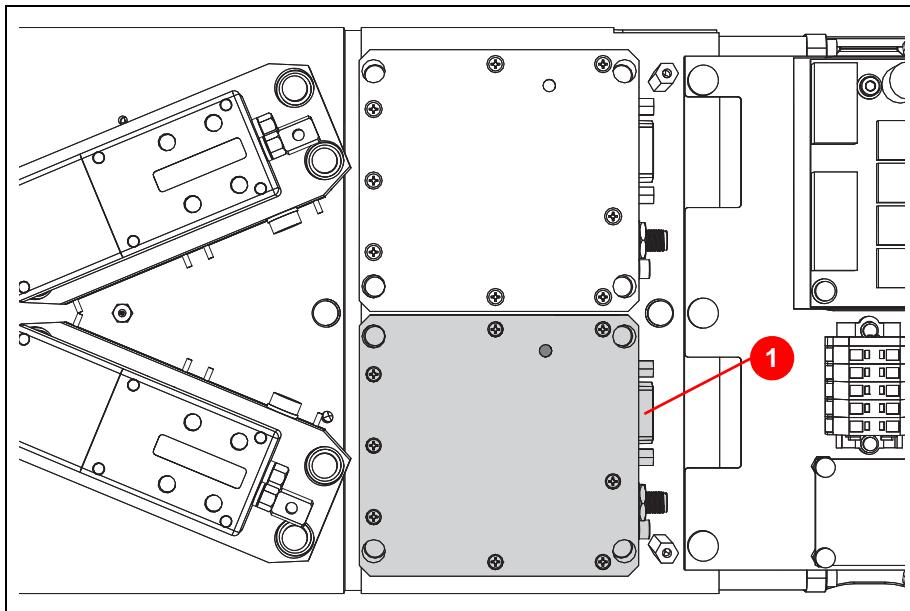


Abbildung 6.62 Anschlussstecker -X12 HG 29-80

1. Anschlussstecker -X12 (1) (Abbildung 6.62) vom HG-29-80 abschrauben und abziehen.
2. Messadapter an -X12 des HG 29-80 stecken.
3. Anschlussstecker -X12 an Messadapter stecken.
4. Voltmeter an Pin 1 (-) und Pin 5 (+) des Messadapters anschließen.
5. Lasersystem gegen Einschalten sichern (Schlüssel vom Schlüsselschalter abziehen).



### GEFAHR

#### Geöffnetes Lasersystem, fehlende Sicherheitseinrichtungen!

Bei geöffnetem Lasersystem und/oder entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
- Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
- Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
- Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!

6. Netzstecker der Laseranlage einstecken.
7. Hauptschalter einschalten.

8. Schlüsselschalter auf Position „1“ schalten.
9. Aufwärmzeit des Systems von 15 Minuten abwarten.
10. Betriebsspannung (24,0 V -1 V/+2 V) am HG 29/-X12 messen.



### HINWEIS

*Bei fehlerhafter Betriebsspannung ist das Netzteil -G1 zu überprüfen/auszutauschen.*

11. Schlüsselschalter auf Position „0“ schalten und die Nachlaufzeit abwarten.
12. Hauptschalter ausschalten.
13. Messadapter und Messgeräte entfernen.

### 6.6.3 HF-Leistung HG 29-40

1. Lasersystem gegen Einschalten sichern (Schlüssel vom Schlüsselschalter abziehen).



### GEFAHR

**Geöffnetes Lasersystem, fehlende Sicherheitseinrichtungen!**

*Bei geöffnetem Lasersystem und/oder entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!*

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
- Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
- Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
- Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!

2. Netzstecker der Laseranlage einstecken.
3. Temporären Strom  $I_{AP\_temp}$  für den Arbeitspunkt ermitteln:
  - Leistung 28 bis 29 W bei 70 kHz.
  - Stromwert notieren.
  - Dieser Wert gilt für alle Leistungskurven, die tatsächliche Stromgrenze wird später im Feld ermittelt.



### HINWEIS

*Zum korrekten Einstellen der HF-Leistung muss der HF-Generator 15 min in Betrieb sein.*

*Wird die HF-Leistung zu früh eingestellt, kann es zu Problemen beim Sperrverhalten bzw. zu Qualitätsverlusten bei der Beschriftung kommen.*

4. Betriebsspannung kontrollieren.
5. Shutter öffnen.
6. Laserstrahl einschalten.
7. Mit Wandlerscheibe außerhalb des Fokuspunktes nach Laserstrahlung suchen.

### Laserstrahlung vorhanden

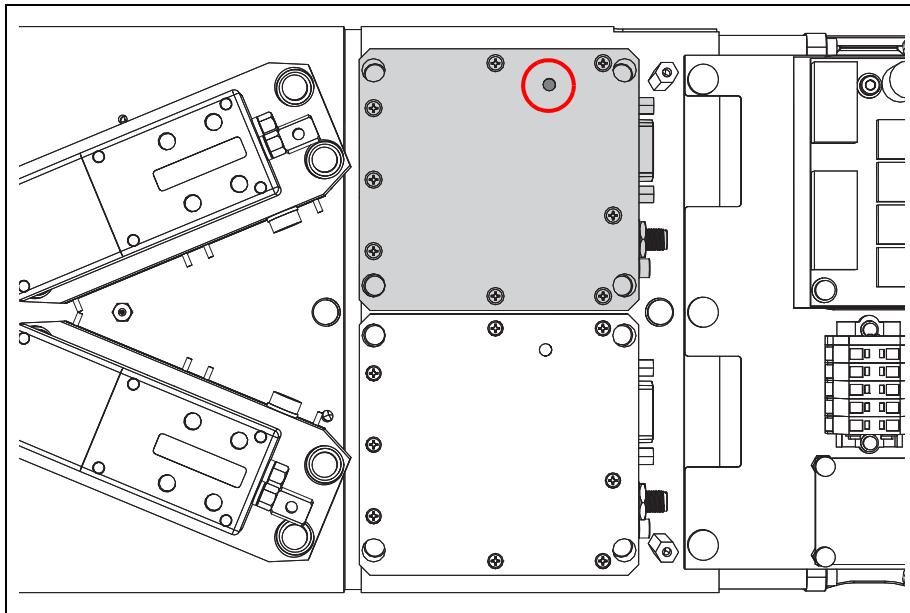


Abbildung 6.63 Potentiometer HG 29-40



#### HINWEIS

Potentiometer vom HG 29-40 ganz nach links drehen und dann langsam die Leistung durch Drehen im UZS erhöhen.

- Erhöhen der HF-Leistung durch langsames Drehen des Potentiometers nach rechts (im UZS), bis Laserstrahlung erlischt.

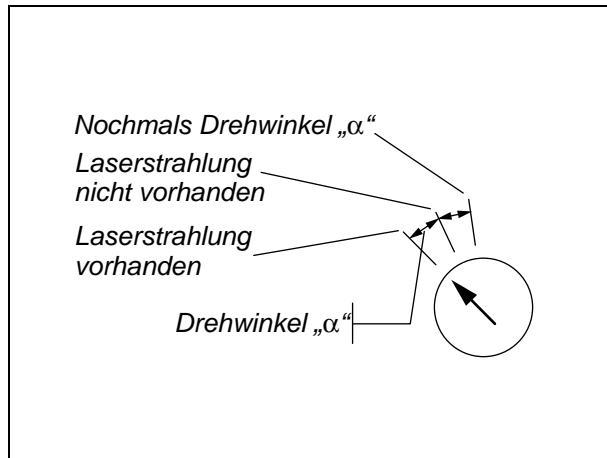
#### Großjustage



#### HINWEIS

Ab jetzt IR-Wandlerschirm benutzen!

8. Mit IR-Wandlerschirm außerhalb des Fokuspunktes wie folgt nach Laserstrahlung suchen:
  - IR-Wandlerschirm beim Verwenden in Bewegung halten, um eine ständige Anzeige zu gewährleisten. Nach ca. 10 bis 15 Sekunden den IR-Wandlerschirm in einer Lichtquelle „aufladen“ (ca. 1 bis 2 Sekunden).
  - Bereiche außerhalb der Wirkfläche der Sensorkarte nicht mit Laserstrahlung bestrahlen, da sie Laserstrahlung absorbieren. Beschädigung der Karte bis hin zu Brandgefahren möglich!



**Abbildung 6.64 HF-Leistungseinstellung HG 29-40**

#### Laserstrahlung vorhanden

- Erhöhen der HF-Leistung durch langsames Drehen des Potentiometers nach rechts (im UZS), bis Laserstrahlung erlischt. Weiter mit **b**.

#### Keine Laserstrahlung vorhanden

- Reduzieren der HF-Leistung durch langsames Drehen des Potentiometers nach links (gegen UZS), bis Laserstrahlung austritt.
- Potentiometer nach rechts (im UZS) drehen, bis die Laserstrahlung erlischt. Diese beiden Stellungen des Potentiometers (Laserstrahlung vorhanden/nicht vorhanden) beschreiben den Drehwinkel „ $\alpha$ “ ([Abbildung 6.64](#)).
- Potentiometer nochmals um diesen Drehwinkel nach rechts (im UZS) weiterdrehen. So wird sichergestellt, dass die HF-Leistung ausreichend langzeitstabil bleibt.

#### Feinjustage

- Bei einem Sprung von 10 A auf  $I_{AP\_temp}$  darf der Q-Switch ebenfalls keine Laserstrahlung (kurzer Impuls) durchlassen.
- Ggf. durch geringes Nachdrehen am Potentiometer in UZS ausgleichen.
- Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
- Laseranlage in Betrieb nehmen.
- Parameter „Frequenz“ und „Erstpulsunterdrückung“ für Applikation/Beschriftungsprogramm überprüfen und ggf. Erstpulsparameter neu einstellen.

## 6.6.4 HF-Leistung HG 29-80

1. Lasersystem gegen Einschalten sichern (Schlüssel vom Schlüsselschalter abziehen).



### GEFAHR

#### **Geöffnetes Lasersystem, fehlende Sicherheitseinrichtungen!**

Bei geöffnetem Lesersystem und/oder entfernten Sicherheitseinrichtungen besteht akute Unfallgefahr!

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
- Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
- Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
- Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!

- 
2. Netzstecker der Laseranlage einstecken.



### HINWEIS

Zum korrekten Einstellen der HF-Leistung muss der HF-Generator 15 min in Betrieb sein.

Wird die HF-Leistung zu früh eingestellt, kann es zu Problemen beim Sperrverhalten bzw. zu Qualitätsverlusten bei der Beschriftung kommen.

3. Betriebsspannung kontrollieren.
4. Shutter öffnen.
5. Laserstrahl einschalten.



### GEFAHR

#### **Laserstrahlung!**

Mit aktiviertem externen Modulator ist der Laserstrahl nach Resonator immer an!

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung zu treffen (Benutzen von Laserschutzbrillen, PSA benutzen, Stellwände aufstellen und positionieren, Warnschilder und Absperrungen anbringen, etc.).
- Alle anwesenden Personen müssen geschützt werden.
- Diese Maßnahmen sind mit dem Laserschutzbeauftragten abzusprechen.
- Abschalten im Gefahrenfall sicherstellen (z. B. Betätigung Not-Halt-Taster/Hauptschalter der Laseranlage durch eine zweite Person)!



### HINWEIS

Der HG 29-80 ist nur mit einem Externen Modulator zu verwenden und die Einstellungen wie in der Tabelle auf [Seite 6-45](#) angegeben, sind vorzunehmen.

HF-Austastung HG 29-80 ist immer auf Masse!

6. Externen Modulator ist durch Kippen/Verdrehen optimal einstellen ([siehe Seite 6-48](#)).
7. HG 29-80 einstellen und die Laserleistung maximieren ([siehe Seite 6-49](#)).

8. Um zu prüfen, ob die Leistung aus dem HG 29-80 austritt, ein Beschriftungsprogramm ausführen (z. B. Kreis mit langsamer Geschwindigkeit, CW, Laserleistung in %).
  - Bei 100 %: Restpegel geht von 0 V auf 5 V, maximale Laserleistung nach dem Externen Modulator, HF-Leistung HG 29-80 Leistung muss auf maximalen Wert steigen ([siehe Punkt 4.11, Seite 4-40](#)).
  - Bei 0 % Leistung keine HF, keine Laserleistung, Restpegel ca. 0 V.
  - Bei 50 % liegen der Restpegel bei ca. 2,5 V und die HF-Leistung bei etwa der Hälfte von 100 %. Die Laserleistung liegt nach dem Externen Modulator ca. bei der Hälfte von 100 %.



### HINWEIS

*Die Laserleistung wird nur dann korrekt in Prozent angezeigt, wenn vorher eine Linearisierung der Leistungskurve gemäß [Punkt 7.1, Seite 7-1](#), durchgeführt wurde.*

---

## 6.7

### Feldkorrektur durchführen

1. Quadrat mit Dimension Beschriftungsfeld z. B. 120 x 120, 180 x 180 usw. auf geeignetem Material ausführen.
2. Feldgröße in X und Y messen.
3. Sicherungskopie im der aktiven Feldkorrekturdatei Feldkorrekturassistenten erstellen.
4. Im Feldkorrekturassistenten bei der aktiven Feldkorrektur X und Y so lange anpassen, bis Feld in X und Y wieder korrekte Größe hat.

Notizen

## Notizen

## 7 Einstellung des integrierten PCs



### WARNUNG

#### Gefährdungen durch das Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen!

Durch das Nichtbeachten von Sicherheitshinweisen können Gefährdungen für Personen und/oder Sachwerte entstehen.

- Bei allen Arbeiten am Lasersystem sind sämtliche Sicherheitshinweise im [Kapitel 2, Sicherheit](#), zu beachten.
- 

### 7.1 Leistung linearisieren



#### HINWEIS

Die nachfolgend beschriebene Funktion dient zur Nachkalibrierung. Das System wird mit durchgeführter Kalibrierung/Messung ausgeliefert.

---



#### HINWEIS

Derzeit die Messgeräte „LABMAX“ von Coherent und „NOVA“ von OPHIR unterstützen. Die Betriebsanleitung des Messgerätes ist ebenfalls zu beachten. USB-Treiber müssen installiert sein.

---



#### HINWEIS

Lasersystem mindestens eine Stunde eingeschaltet lassen, damit sich das gesamte Lasersystem (Resonatormodul, HF-Generator usw.) entsprechend stabilisiert.

---

#### Erläuterung

Beim PL-E Air 25 EM (Externer Modulator) wird die Laserleistung über einen externen Modulator in % (0 – 100 %) und nicht über den Diodenstrom eingestellt.

Der Resonator hat einen fest eingestellten Default-Strom ( $I_{AP}$ ).

Der Strahl wird bereits nach dem Einschalten freigegeben und in den Shutter-Strahlumpf oder in den EM-Strahlumpf abgelenkt. Somit liegt immer eine konstante, stabile Ausgangsleistung an. Die Laserleistung wird nun über den EM, der sich im Strahlengang nach dem Resonator befindet, geschaltet und in der Leistung geregelt.

Beim EM handelt es sich um einen AOM (AkustoOptischer Modulator), wie auch der im Resonator verbaute Q-Switch.

Der EM wird über einen weiteren HF-Treiber und einem 0-5-V-Signal angesteuert.

Die daraus resultierende Laserkennlinie wird per Software linearisiert und in eine 0-100% Leistungseinstellung umgewandelt.

Bei dieser Betriebsart tritt kein Erstpulsverhalten auf, da der Resonator immer in Betrieb ist und der Laserstrahl mit dem EM geschaltet wird. Die Funktion der Erstpulsunterdrückung kann weiterhin genutzt werden. Jedoch können nun über den EM definierte Einschaltrampen erzeugt werden.

Die Linearisierung findet im Feld statt, da der PL-E Air 25 EM im Feld spezifiziert ist.

**Vorgehensweise:**

1. Strom  $I_{AP}$  einstellen, bei dem die Leistung bei 70 kHz im Feld zwischen 24 und 25 W liegt. Idealerweise möglichst nah an das Maximum 25 W herangehen, aber nicht höher.

**HINWEIS**

*Wert des  $I_{AP}$  in 0,5-Ampere-Schritten einstellen (40.0, 41.5, 42.0 usw.).  
Der endgültige  $I_{AP}$  kann auch niedriger sein als der  $I_{AP\_temp}$  zuvor !*

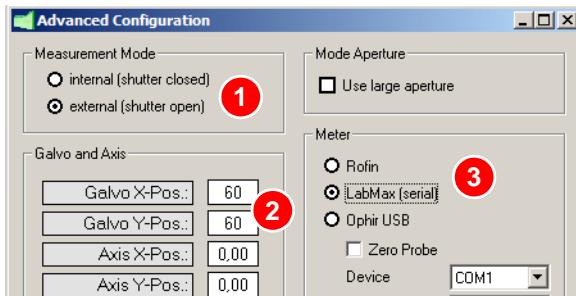
2. Den  $I_{AP}$ -Konfigurator in der „configwin-32.xml“ eintragen.

Laser\Laser_LSC	Current for analog power	$I_{AP}$
-----------------	--------------------------	----------

3. Speichern.
4. RCU neu starten.
5. Stromgrenze ( $I_{AP}$ ) in LSC setzen.
  - Laser Console starten (als Service einloggen)
  - LaserDisplay / Online Configuration / Current Max ->  $I_{AP}$
  - „EXIT“ drücken.

**HINWEIS**

*„Create Power Curves“ muss neu gestartet werden.*

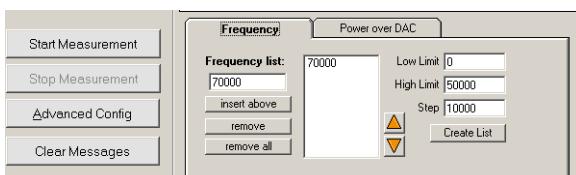


**Abbildung 7.1** Advanced Configuration

6. Shutter öffnen (1) (Abbildung 7.1).
7. Messkopf unter dem Galvokopf positionieren.
8. Galvospiegel in der Feldmitte positionieren (2).
9. Messgerät auswählen (3).
  - OPHIR: Treiber für OPHIR muss installiert sein (Installation der StarLab-Software)
  - Ophir mit StarLab oder Manuell nullen (siehe Beschreibung Messgerät).
  - LabMax: Com Port auswählen und Parameter setzen (siehe Beschreibung Messgerät).
  - ZERO Probe anwählen („Nullen“ des Messgerätes).

10. Parameter eingeben.

- Frequency: 70 kHz



**Abbildung 7.2** Parameter eingeben – 1

## Einstellung des integrierten PCs

Leistung linearisieren

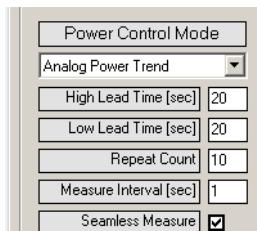


Abbildung 7.3 Parameter eingeben – 2

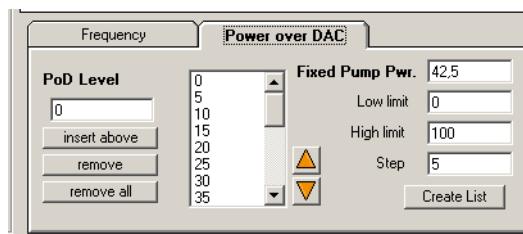


Abbildung 7.4 Reiter „Power over DAC“

- Power Control Mode: Analog Power Trend
- Low Lead Time: 20 s
- High Lead Time: 20 s
- Repeat Count: 10

11. Zum Reiter „Power over DAC“ wechseln und „Step“ und „Fixed Pump Power“ eintragen
  - Fixed Pump Pwr:  $I_{AP}$  (Beispiel: 42,5 A = 25 W)
  - Low Limit: 0
  - High Limit: 100
  - Step: 5
12. „Create List“ anklicken

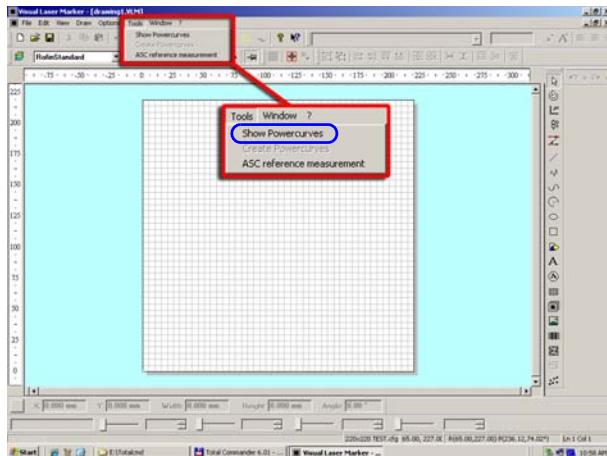
### HINWEIS

Danach darf mit „Create Power Curves“ keine Leistungskurve mehr aufgenommen werden, da sonst die Linearisierung gelöscht wird!

13. Durch Drücken von „Start Measurement“ Kurve aufnehmen lassen.
  - Während der Aufnahme keine Programme ablaufen lassen.
14. Nach erfolgreicher Messung die Datei „powercurves.txt“ (Verzeichnis C:\Rofin\VisualLaserMarker\System) in „analogpowertrend.txt“ umbenennen.

## 7.2 VLM – Show Powercurves

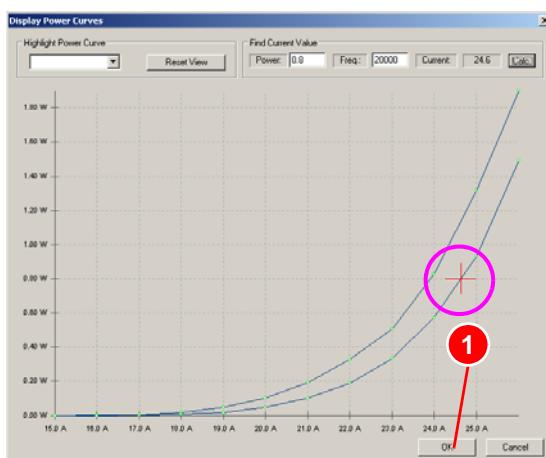
Mit dieser Testfunktion kann errechnet werden, welcher Strom eingestellt werden muss, damit eine gewisse Leistung bei einer bestimmten Frequenz erzielt werden kann.



**Abbildung 7.5** Programm für Feldkorrektur



**Abbildung 7.6** Display Powercurves



**Abbildung 7.7** Stromwert berechnen



### VORSICHT

#### Beschädigungsgefahr!

Mögliche Beschädigung des Lasersystems bei Fehlbedienung!

- Diese Funktion darf nur durch Befugte ausgeführt werden!

1. Laseranlage einschalten und eine Stunde aufwärmen.
2. Laser-PC starten und WIN-DOWS® hochfahren.
3. VLM-Software starten.
4. Powercurves über „Tools -> Show Powercurves“ aufrufen.
5. Zu verwendende Leistung und zu verwendende Frequenz unter „Find Current Value“ (1) (**Abbildung 7.6**) eintragen.
6. Button „Calc.“ (2) betätigen. Der Stromwert wird berechnet.

7. Der zu verwendende Strom (im Beispiel 24,6 A) wird unter „Current“ angezeigt (grau hinterlegt, da nur Anzeige) und auf der 20-kHz-Kurve wird zur visuellen Überprüfung des berechneten Stromwertes ein rotes Kreuz platziert.
8. Button „OK“ (1) (**Abbildung 7.7**) betätigen.

## Einstellung des integrierten PCs

All in one-Test

### 7.3 All in one-Test

Dieser Test beinhaltet eine Überprüfung sämtlicher Galvo-, Laser- und Softwareparameter.

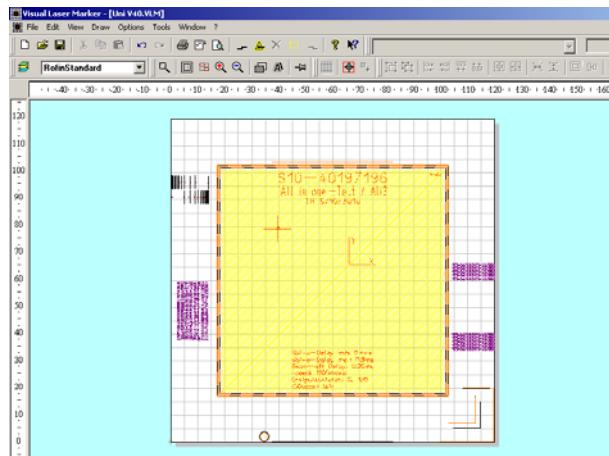


Abbildung 7.8 Uni V40.VLM

1. VLM-Software starten.
2. Datei „Uni V40.VLM“ öffnen.
3. Unter dem Galvokopf Probematerial (im Prozess zu beschriftendes Material) legen.
4. Testprogramm „Uni V40.VLM“ ablaufen lassen.
5. Testbeschriftung mit Hilfe einer Lupe auf Unregelmäßigkeiten überprüfen.

### 7.4 Drifttest

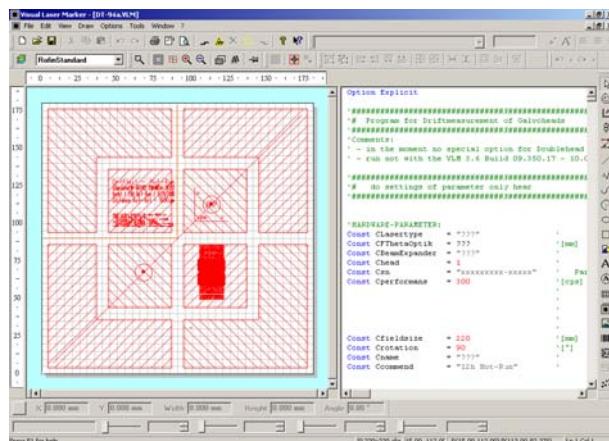


Abbildung 7.9 DT-94a.VLM

1. VLM-Software starten.
2. Datei „DT-94a.VLM“ öffnen.
3. Unter dem Galvokopf Probematerial (im Prozess zu beschriftendes Material) legen.
4. Testprogramm „DT-94a.VLM“ ablaufen lassen.
5. Testbeschriftung mit Hilfe einer Lupe auf Unregelmäßigkeiten überprüfen.



#### HINWEIS

Toleranz der Drifts:  $\pm 66 \mu\text{m}$ .

## 7.5 Continoustest

Hiebei handelt es sich um einen Dauertest der Laserleistung.

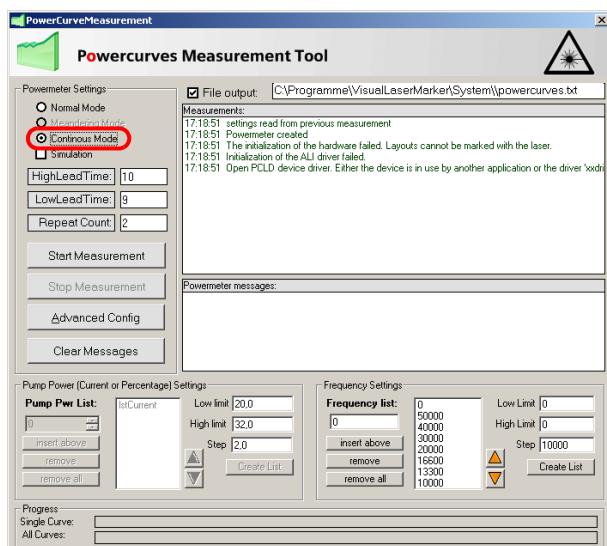


Abbildung 7.10 Continous-Mode anwählen

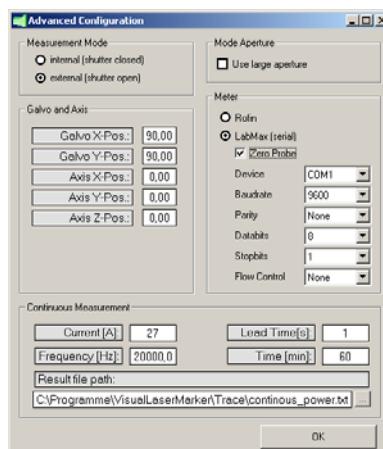


Abbildung 7.11 Einstellungen für Ein-Stunden-Test

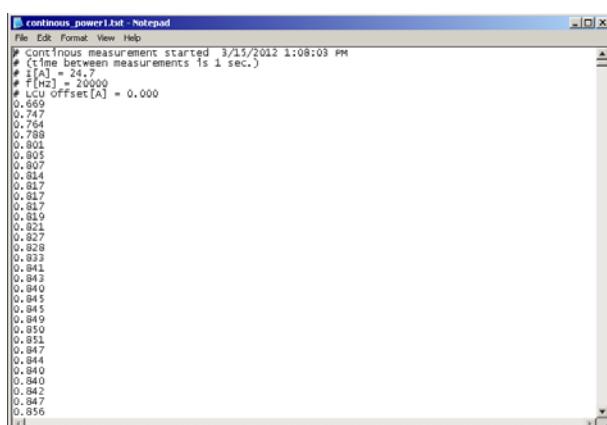


Abbildung 7.12 Continoustest

1. Laseranlage einschalten und das Aufwärmen des Systems abwarten.
2. Laser-PC starten und WIN-DOWS® hochfahren.
3. „Powercurves“ aufrufen (Start -> VisualLaserMarker -> Tools -> CreatePowerCurves).

### **i HINWEIS**

Die VLM-Software muss hierbei geschlossen sein.

4. „Continuous-Mode“ anwählen (siehe Abbildung 7.10).

5. Für den Test den Strom eingeben, mit welchem 800 mW Ausgangsleistung bei 20 kHz erreicht werden (siehe Punkt 7.2, Seite 7-4).
6. Den Pfad für die abzuspeichernde Datei unter „Result File Path“ angeben.
7. Mit POWERCURVES Tool bei prozessspezifischen Referenzwerten messen.

8. Ausgegebene Textdatei (siehe Abbildung 7.12) darauf überprüfen, dass sich die Leistungsschwankungen innerhalb der Toleranz ( $\pm 10\%$ ) befinden.

## 7.6 Feldentzerrung

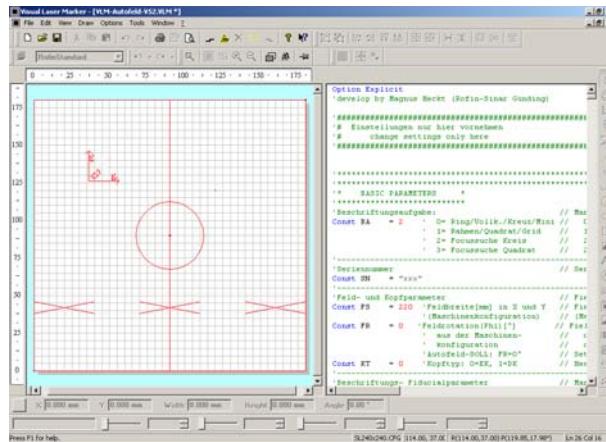


Abbildung 7.13 Feldentzerrung

1. Laseranlage aufwärmen.
2. Driftkorrektur abschalten.
3. Feldkorrektur (Kompensationsfile) auf Null zurücksetzen.
4. Parallelität und Fokusabstand zwischen Laserkopf und Beschriftungsebene genauestens ([siehe Punkt 6.4, Seite 6-12](#)) einstellen.
5. Programm „VLM-Autofeld-V52.VLM“ aufrufen.
6. Entsprechende Parameter für Feldgröße, Anzahl der Messpunkte etc. im rechten Teil des Programmes (VB-Script-Teil) eingetragen.
7. Programm ablaufen lassen, Beschriftung vermessen und das Korrekturfile erstellen.
8. VLM schließen.
9. Erzeugtes Korrekturfile in der Maschinenkonfiguration eingeben, Maschinenkonfiguration speichern und schließen.
10. VLM neu starten und nochmals das Programm „VLM-Autofeld-V52.VLM“ auf einem neuen Material ausführen.
11. Beschriftung vermessen.



### HINWEIS

Toleranz:  $\pm 66 \mu\text{m}$ .

12. Das Prüfprogramm erstellt eine Datei namens „Equipmentnr<sup>1)</sup>.acc“. In diesem Textfile stehen dann die Messwerte bzw. die Abweichungen.
13. Feldkorrektur gemäß Betreibervorgaben durchführen.

<sup>1)</sup> Als Dateiname wird die genaue Equipmentnummer des Lasersystems angezeigt (z. B. 40258406).

## 7.7 Automatic Self Calibration (ASC)<sup>1)</sup>



### HINWEIS

Vor Aktivierung der ASC ist ein Drifttest durchzuführen ([Punkt 7.4, Seite 7-5](#))! Während des Drifttests darf keine ASC aktiviert sein! Für den Drifttest mit der „Datei DT-94a.VLM“ ist das Lasersystem 3 Stunden aufzuwärmen. Anschließend ist ein Dauertest von 12 Stunden durchzuführen.



### HINWEIS

Lasersystem mindestens eine Stunde eingeschaltet lassen, damit sich der Galvokopf aufwärm und sich die Elektronik des Galvokopfes entsprechend stabilisiert.

#### Funktionsweise

Nach Erfüllen der oben aufgeführten Bedingungen wird als Erstes eine Referenzmessung durchgeführt. Dies dient als Bezugspunkt für alle anderen Prüfungen. Diese „Urmessung“ ist als solche auch im Logfile gekennzeichnet.

```
2012-03-14T16:24:23.750+00:00 DEBUG VLM:LDCPC1d.DriftCorr Ref Position Head1 X1: 7992
2012-03-14T16:24:23.750+00:00 DEBUG VLM:LDCPC1d.DriftCorr Ref Position Head1 X2: 56081
2012-03-14T16:24:23.750+00:00 DEBUG VLM:LDCPC1d.DriftCorr Ref Position Head1 Y1: 8708
2012-03-14T16:24:23.750+00:00 DEBUG VLM:LDCPC1d.DriftCorr Ref Position Head1 Y2: 56597
```

**Abbildung 7.14** Referenzmessung



### HINWEIS

Es werden immer vier Positionen (x1, x2, y1, y2) gemessen.

Danach wird eine Kontrollmessung durchgeführt. Die Abweichungen der Messwerte werden dazu benutzt, die Korrektur der Nullpunkt-Lage und der Feldgröße in beiden Achsen durchzuführen.

```
2012-04-03T16:16:59.812+01:00 DEBUG VLM:LDCPC1d.DriftCorr 4 measured positions for head: 0
2012-04-03T16:16:59.812+01:00 DEBUG VLM:LDCPC1d.DriftCorr Drift Position X1: 7987
2012-04-03T16:16:59.812+01:00 DEBUG VLM:LDCPC1d.DriftCorr Drift Position X2: 56091
2012-04-03T16:16:59.812+01:00 DEBUG VLM:LDCPC1d.DriftCorr Drift Position Y1: 8706
2012-04-03T16:16:59.812+01:00 DEBUG VLM:LDCPC1d.DriftCorr Drift Position Y2: 56611
```

**Abbildung 7.15** Kontrollmessung

Zum Beispiel bei Position X+100 und bei Y+100 wird ein Fehler von 20 gemessen. Dieser wird gespeichert.

Sollte sich ein Drift (Abweichung von den gespeicherten Werten) ergeben, wird automatisch auf die gespeicherten Werte nachkorrigiert.

Voraussetzung dafür ist, dass die Maschinenkonfiguration (Registerreiter „Galvo“) die korrekten Werte beinhaltet, die Feldkorrektur-Datei in der Maschinenkonfiguration geladen ist und das System aufgewärmt ist.

<sup>1)</sup> Option.

## Einstellung des integrierten PCs

Automatic Self Calibration (ASC)

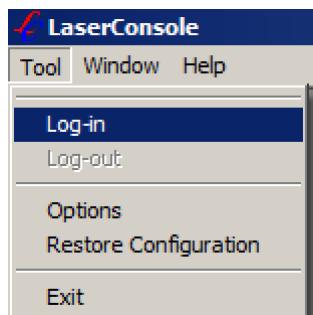


Abbildung 7.16 Laserconsole öffnen

1. Laserconsole öffnen.
2. Log-in aufrufen.



Abbildung 7.17 Anmeldung in Laserconsole

3. Als „Service“ anmelden.
4. Configurator öffnen.
5. „ASC“ aktivieren.

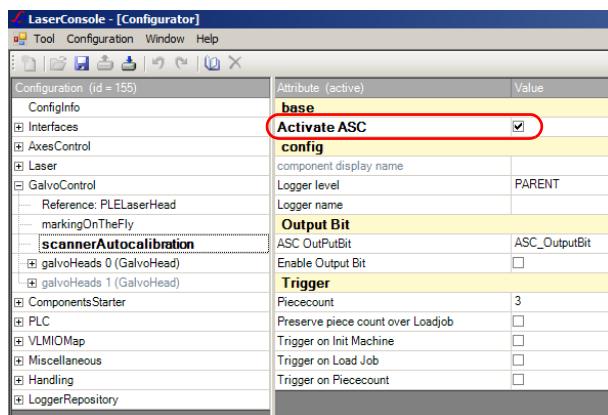


Abbildung 7.18 „ASC“ aktivieren

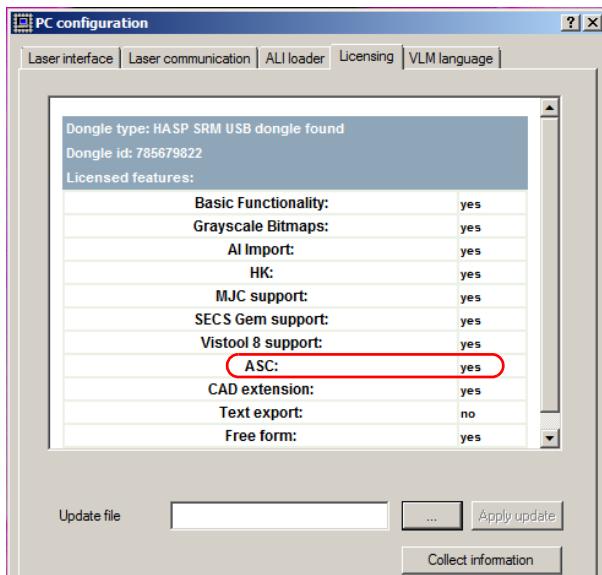


Abbildung 7.19 Lizenzzaktivierung

## HINWEIS

Lizenz muss aktiviert sein (PC-Configuration) ([siehe Abbildung 7.19](#)). Galvo mit ASC-Fähigkeit muss eingetragen ([siehe Abbildung 7.20](#)) und auch physisch vorhanden sein.

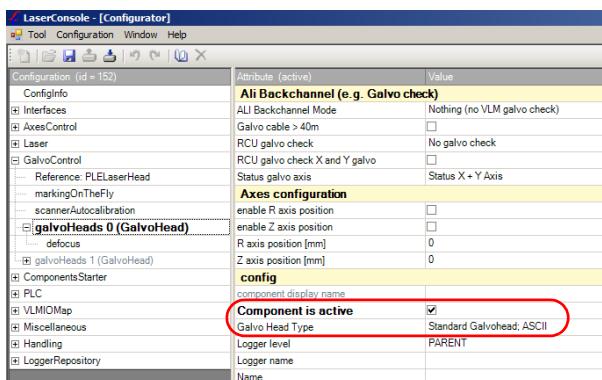
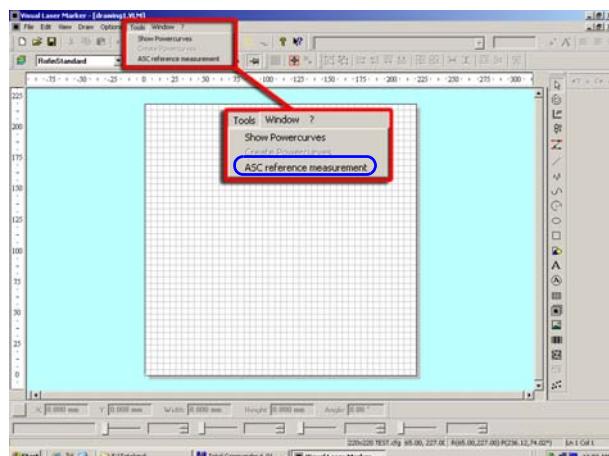


Abbildung 7.20 Galvo mit ASC-Fähigkeit eintragen

## Einstellung des integrierten PCs

Automatic Self Calibration (ASC)



**Abbildung 7.21** Programm für Feldkorrektur

- VLM-Software starten.

### **VORSICHT**

#### **Beschädigungsgefahr!**

Mögliche Beschädigung des Lasersystems bei Fehlbedienung!

- Diese Funktion darf nur durch Befugte ausgeführt werden!
- Der Referenzpunkt für die automatische Selbstkalibrierung wird hiermit festgelegt.

- ASC über „Tools -> ASC reference measurement“ starten.

### **HINWEIS**

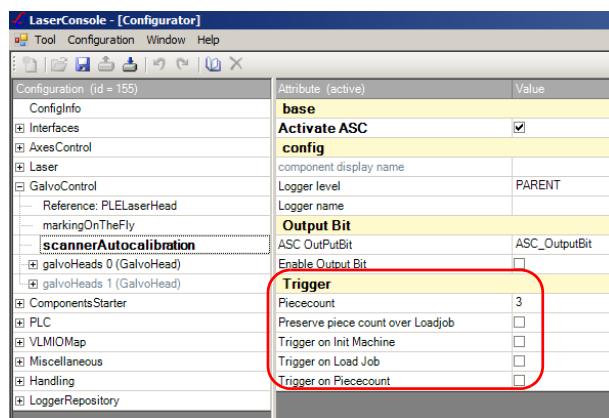
Diese Messung dauert ca. 5 Sekunden.

- Jetzt ist das System kalibriert und die ASC ist aktiv.
- Festlegen, wann die Kalibrierung durch die Software überprüft werden soll ([siehe Abbildung 7.22](#)).
  - „Init Machine“: beim Initialisieren der Hardware.
  - „Load Job“: beim Laden des Beschriftungsprogrammes.
  - „Piececount“: bei Erreichen der im Eingabefeld festgelegten Anzahl von Beschriftungen (z. B. jede 100. Beschriftung).

### **HINWEIS**

Das entsprechende Kapitel im VLM-Handbuch ist ebenfalls zu beachten.

- Einstellungen mit „Save“ speichern und mit „Use as active machine configuration file“ aktivieren.
- Log-out in Laserconsole durchführen.
- Laseranlage in Betrieb nehmen.



**Abbildung 7.22** Trigger aktivieren

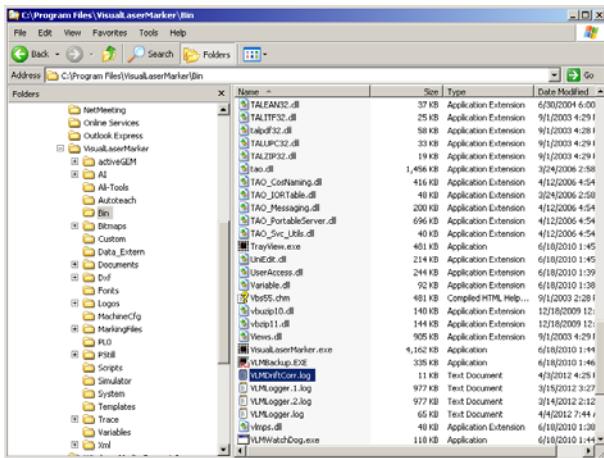


Abbildung 7.23 Log-Datei öffnen



Abbildung 7.24 Werteprüfung Driftkorrektur

- 13.** Zur Kontrolle des ASC-Funktion die Datei „VLMDriftCorr.log“ im Verzeichnis „C:\Program Files\VisualLaserMarker\Bin“ mit einem Texteditor öffnen.

- 14.** Werte in der Log-Datei überprüfen. Diese müssen gespeichert sein.



### HINWEIS

Bei den Referenzwerten dürfen keine Null-Werte stehen. Sollen Null-Werte vorhanden sein, ist die Ursache zu prüfen (z. B. ASC nicht aktiviert, falscher Galvokopf, keine Verbindung zum Galvo usw.).

## Notizen

## Notizen

---

# Stichwortverzeichnis

## A

- Abbildungsfehler
  - Beschriftungsfehler 4-11
  - Fehlersuche 4-5
  - Fokussierfehler 4-6
  - Positionierfehler Galvokopf 4-10
  - Regelmäßige Leistungsschwankungen 4-9
  - Tonnen- und kissenförmige Verzerrung 4-5
  - Trapezförmige Verzerrung 4-6
  - Unregelmäßige Leistungsschwankungen 4-8
- Abschwächwürfel 6-32
- Adapter Kühlung Messkopf 4-16
- ALI
  - Neue ALI-Konfiguration laden 4-51
  - Systemeinstellungen kontrollieren 4-52
- All in one-Test 7-5

## B

- Beschilderung 2-16
- Beschriftungsfehler
  - Fehlersuche 4-11
- Bestimmungsgemäßer Betrieb
  - Sicherheitshinweise 2-3

## C

- CCD-Kamera 6-32

## D

- Darstellungsmittel 1-1
- Demontage und Montage von Komponenten 3-1
  - Laserkopf 3-3
    - Abdeckungen allgemein 3-4
    - Einkoppelspiegel Positionierlasergehäuse 3-33
    - Externer Modulator 3-8
    - Galvokopf 3-6
    - Kollimierlinse 3-28
    - Leistungsmesskopf 3-34
    - Lüfter 3-36
    - Lüfterabdeckung 3-5
    - Resonatormodul 3-21
    - Resonatorseite 3-4
    - Rückseite 3-4
    - Shutter 3-15
    - Strahlabsorber 3-34
    - Strahlabsorber externer Modulator 3-35
    - Strahlaufweitung 3-26
    - Umlenkeinheit 3-11

- Versorgungseinschub 3-38
  - Abdeckungen allgemein 3-39
  - ALI-USB 3-59
  - Bedienfeld 3-79
  - DC/DC Wandler für ITX 3-79
  - Dioden 3-43
  - Drehzahlregler Lüfter 3-76
  - ESD-Relais -A9 3-81
  - Glasfaserleitungen 3-50
  - HF-Generatoren 3-57
  - ITX-Board 3-63
  - LSC 3-62
  - Lüfter 3-74
  - Lüfter Pumpmodul 3-77
  - Netzteil -G1 3-67
  - Netzteil -G2 3-67
  - Netzteil -G3 3-71
  - Netzteil -G4 3-71
  - Netzteil HPC 848/845 3-66
  - Peltiercontroller 3-80
  - Pumpmodul 3-40
  - SSC 3-61
  - Temperatursensor -R1 3-78
  - Verteiler externer AOM 3-80
- Diodenleistung
  - Messen 4-33
- Diodenspannung messen 4-35
- Diodenstrom messen 4-37
- Drifttes 7-5
- Druckluft 5-1

## E

- EGB
  - Siehe Elektrostatisch gefährdete Bauelemente
- Einstellarbeiten
  - HF-Generator
    - Betriebsspannung
      - HG 29-40 6-50
      - HG 29-80 6-51
    - HF-Leistung
      - HG 29-40 6-52
      - HG 29-80 6-55
  - Einstellung des integrierten PCs 7-1
  - Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EGB) 2-11, 3-40, 3-43
  - Entsorgungshinweise 2-15

## F

- Faserfixierung 3-52, 3-55

---

Fehlersuche	Lasersysteme in Basisausstattung 6-16
Abbildungsfehler 4-5	Lasersysteme mit Externem Modulator 6-18
Beschriftungsfehler 4-11	Lasersysteme mit Positionierlaser 6-17
Fokussierfehler 4-12	
Not-Halt-Kreis 4-13	
Fehlersuche und Fehlerbehebung 4-1	
Feldkorrektur 6-56	
Fokusabstand einstellen 6-12	
Manuelle Fokuseinstellung 6-13	Kontaktadresse 1-4
Mechanische Grundeinstellung 6-12	Kühlblock
Fokussierfehler	Temperaturmessung 4-39
Fehlersuche 4-12	
<b>G</b>	
Galvokopf	
Aufkleber Fokusabstand 6-11	Laser
Demontage 3-6	Sicherheitshinweise 2-6
Glasfaserleitungen	
Reinigung 5-9	LaserConsole
Grundeinstellung des Halters der Strahlaufweitung	Temperatur-Offset einstellen 4-47
6-26	
Gültigkeitsbereich des Reparaturhandbuchs 1-3	Laserkopf
	Justage 6-11
<b>H</b>	Laserleistung
Hauptlaser	Leistungswerte 4-21
Justage 6-20	Messen
HF-Generator	am Ausgang der Umlenkeinheit 4-30
HG 29-40 4-40	am Ausgang des Resonatormoduls 4-31
HG 29-80 4-40	am Galvoflansch 4-25
	Diodenleistung 4-33
<b>I</b>	Grundsätzlicher Ablauf der
Isopropanol 5-1	Leistungsmessung 4-22
Gefahren 5-1	im Arbeitspunkt 4-23
	Lasersystem mit Externem Modulator 4-21
<b>J</b>	Lasersystem mit Positionierlaser 4-20
Justagearbeiten 6-1	Lasersysteme in Basisausstattung 4-19
Durchzuführende Justageschritte	nach dem externen Modulator 4-27
Lasersysteme in Basisausstattung 6-2	nach dem Positionierlasermodul 4-28
Lasersysteme mit Externem Modulator 6-4	
Lasersysteme mit Positionierlaser 6-3	
Externer Modulator 6-45	<b>Laserstrahl</b>
Hauptlaser 6-20	Justage 6-16
Justagepunkte Laserstrahl 6-16	
Laserkopf 6-11	<b>Laserstrahlung</b>
Laserstrahl 6-16	Maßnahmen zum Schutz vor 2-7, 4-16, 4-22,
Basisjustage 6-20	4-23, 6-13, 6-21, 6-43, 6-50, 6-51, 6-52, 6-55
Erweiterte Justage mit WinCam 6-32	
Positionierlaser 6-43	<b>Lasersystem</b>
Vorbereitung 6-5	Sicherheitshinweise 2-6
Justagepunkte Laserstrahl 6-16	
	<b>Lasersysteme in Basisausstattung</b>
	Justagepunkte 6-16
	Justageschritte 6-2
	Messpunkte Laserleistung 4-19
	<b>Lasersysteme mit Externem Modulator</b>
	Justagepunkte 6-18
	Justageschritte 6-4
	<b>Lasersysteme mit Positionierlaser</b>
	Justagepunkte 6-17
	Messpunkte Laserleistung 6-3
	<b>Leistungsmessung</b>
	Diodenleistung 4-33
	Laserleistung 4-16
	Leistungswerte Laserleistung 4-21

- 
- Messpunkte Laserleistung 4-18  
Leistungswerte Laserleistung 4-21  
Linsenreinigungspapier 5-1
- M**
- Messen der HF-Leistung 4-40  
Messkopf Laserleistung positionieren nach dem Galvokopf 4-18  
Mitgeltende Dokumente zum Reparaturhandbuch 1-4
- N**
- ND-Filtersatz 6-32  
Nitrilhandschuhe 5-1  
Not-Halt-Einrichtungen 2-12  
Not-Halt-Kreis  
Fehlersuche 4-13
- O**
- Optische Komponenten  
Reinigung  
Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Reinigung 5-2  
Linsen und Spiegel 5-3  
Schutzgläser 5-7  
Überprüfung und Reinigung 5-1
- P**
- PC-Einstellungen  
All in one-Test 7-5  
Automatic Self Calibration (ASC) 7-8  
Continoustest 7-6  
Drifttest 7-5  
Feldentzerrung 7-7  
Leistung linearisieren 7-1  
VLM – Power Configuration 7-4
- PC-Konfiguration  
Überprüfung vor Justagearbeiten 6-6
- Peltier-Elemente  
Regelstrom testen 4-44
- Positionierlaser  
Justage 6-43
- Potentialausgleich 2-11
- Q**
- Qualifikation des Instandsetzungspersonals 2-2

- R**
- Regelstrom  
Peltier-Elemente 4-44
- Reinigung  
Glasfaserleitungen 5-9  
optische Komponenten 5-1  
Linsen und Spiegel 5-3  
Schutzgläser 5-7  
Resonatormodul 5-9
- Resonatormodul  
Reinigung 5-9
- Restpegel messen 4-42
- S**
- Schutzmaßnahmen  
Organisatorische 2-15  
Persönliche 2-14
- Sicherheitseinrichtungen 2-13  
Interlock-Kreise 2-14
- Sicherheitshinweise 2-1  
Allgemeine 2-4  
bestimmungsgemäßer Betrieb 2-3  
Betrieb des Lasers 2-3  
Elektrik 2-10  
Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EGB) 2-11, 3-40, 3-43  
Gesundheitsschädliche Stoffe 2-13  
Isopropanol 5-1  
Laser Klasse 1 2-6  
Laser Klasse 2 2-6  
Laser Klasse 4 2-6  
Lasersystem 2-6  
Sonstige Gefahren 2-13  
Strahlengang 2-8  
UV-Strahlung 2-9  
sekundär 2-13  
Wartungs- und Einstellarbeiten 2-8
- Stickstoff 2-5
- Strahlaufweitung in X- und Y-Richtung einstellen 6-28, 6-30
- Strahl-Ein-Signal messen 4-43
- T**
- Temperaturmessung  
Kühlblock  
Auswerten der Messung 4-39  
Durchführen der Messung 4-39
- Temperaturmessung Dioden 4-38
- Temperatur-Offset  
in der LaserConsole einstellen 4-47
- Testen  
Peltier-Elemente 4-44

---

**U**

Überprüfung  
optische Komponenten 5-1

**W**

Wartungs- und Einstellarbeiten  
Sicherheitshinweise zu 2-8

Wellenlänge

1064 nm 2-6

675 nm 2-6

IR-Laser 2-6

Positionierlaser 2-6

**WinCam**

Grundeinstellung der Software 6-6  
Komponenten montieren 6-32  
Rauschunterdrückung 6-10

**WinCam-Software**

Grundeinstellungen 6-6  
Überprüfung vor Justagearbeiten 6-6

Winkelverstellung der Strahlaufweitung 6-29

**Z**

Zangen-Amperemeter 4-37, 4-46





---

PowerLine E Air (ITX) Reparaturhandbuch

© ROFIN-SINAR Laser GmbH, Edition 07/2017 (RoHS), gedruckt in Deutschland

Rev. 1.0