RSM PowerLine E/EL (IR und SHG)

Reparaturhandbuch

Version 1.1

rofin

THE MARK OF EXCELLENCE

Inhalt

1 Allgemeines 1

1.1 Identifikationsdaten 1

1.2 Kundeneintragungen 1

1.3 Einleitende Hinweise 2
1.3.1 Darstellungsmittel 2
1.3.2 Gültigkeitsbereich des Reparaturhandbuches 2
1.3.3 Kontaktadressen 3

2 Sicherheit 7

2.1 Bestimmungsgemäßer Betrieb 7

2.2 Betrieb des Lasers 8

2.3 Allgemeine Sicherheitshinweise 8

2.4 Sicherheitshinweise zum Lasersystem 10
2.4.1 Strahlengang 11
2.4.2 Positionierlaser 12

2.5 Sicherheitshinweise zu Wartungs- und Einstellarbeiten 13

2.6 Elektrotechnische Sicherheitshinweise 14

2.7 Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (ESD) 15

2.8 Not-Aus- und Sicherheitseinrichtungen 16
2.8.1 Not-Aus-Einrichtungen 16
2.8.2 Sicherheitseinrichtungen 17

2.9 Sonstige Gefahren 19
2.9.1 UV-Strahlung 19
2.9.2 Gesundheitsschädliche Stoffe 19

2.10 Persönliche Schutzmaßnahmen 19

2.11 Organisatorische Schutzmaßnahmen 20

2.12 Entsorgungshinweise 20

2.13 Beschilderung 20

3 Benötigte Werkzeuge, Meß- und Hilfsmittel 23

4 Reinigung optischer Komponenten 37

4.1 Galvokopf 38
4.1.1 Galvokopf mit Schutzglasschieber 38
4.1.1.1 Schutzglas 38
4.1.1.2 Fokussierlinse 39
4.1.2 Galvokopf mit in die Optik eingeschraubtem Schutzglas 42

4.2 Umlenkspiegel 48
4.2.1 Umlenkeinheit 48
4.2.1.1 Umlenkeinheit mit Einstellschrauben an der Deckelseite 48
4.2.1.2 Umlenkeinheit mit Einstellschrauben an der Strahlaustrittsseite 50
4.2.2 Positionierlaser 53

4.3 Strahlaufweitung 54

4.4 Strahlabschwächer 55

4.5 Glasfaserleitungen 56

4.6 Resonatormodul 56

5 Fehlersuche und Fehlerbehebung 59

5.1 Abbildungsfehler 59

5.2 Beschriftungsfehler 64
5.2.1 Vektorbeschriftung 64
5.2.2 Graustufenbeschriftung 65

5.3 Not-Aus-Kreis 66

5.4 Messen der Laserleistung 67
5.4.1 Meßpunkte 67
5.4.2 Allgemeines 70
5.4.2.1 Durchführen der Messung 70
5.4.2.2 Auswerten der Messung 72
5.4.3 Leistungsmessung am Galvoflansch 74
5.4.3.1 Durchführen der Messung 74
5.4.3.2 Auswerten der Messung 75
5.4.4 Leistungsmessung am Ausgang der Umlenkeinheit 75
5.4.4.1 Durchführen der Messung 75
5.4.4.2 Auswerten der Messung 76
5.4.5 Leistungsmessung am Ausgang des Resonatormoduls 76
5.4.5.1 Durchführen der Messung 76
5.4.5.2 Auswerten der Messung 77
5.4.6 Messen der Diodenleistung 78
5.4.6.1 Durchführen der Messung 78
5.4.6.2 Auswerten der Messung 81

5.5 Messen der HF-Leistung 83
5.5.1 Durchführen der Messung 83
5.5.2 Auswerten der Messung 84

5.6 Diodenspannung messen 85
5.6.1 Durchführen der Messung 85
5.6.2 Auswerten der Messung 85

5.7 Diodenstrom messen 86
5.7.1 Durchführen der Messung 86
5.7.2 Auswerten der Messung 86

5.8 Temperaturmessung Dioden 87

5.8.1 Durchführen der Messung . . . 87
5.8.2 Auswerten der Messung . . . 87

5.9 Neue Konfiguration laden . . . 88
5.9.1 Anlage mit Bedienfeld . . . 88
5.9.2 Anlage ohne Bedienfeld . . . 91
5.9.2.1 Mit MCT-Software . . . 92
5.9.2.2 Ohne MCT-Software . . . 93

5.10 Neue ALI-Konfiguration laden . . . 94

5.11 ALI-Systemeinstellungen kontrollieren . . . 96

6 Justagearbeiten . . . 99

6.1 Überprüfung vor Justagearbeiten . . . 99
6.1.1 LaserControlPanel (LCP) . . . 99
6.1.2 MCT-Software . . . 100

6.2 Laserkopf justieren . . . 100

6.3 Laserstrahl justieren . . . 102
6.3.1 Hauptlaser . . . 102
6.3.1.1 Strahlaufweitungshalter ohne Winkeljustage . . . 102
6.3.1.2 Strahlaufweitungshalter mit Winkeljustage . . . 109
6.3.2 Fokuspunkt . . . 119
6.3.3 Positionierlaser . . . 122

6.4 Strahlabschwächer justieren . . . 124

6.5 Interne Leistungsmessung justieren . . . 126

7 Reparaturarbeiten . . . 129

7.1 Wechsel der optischen Komponenten . . . 129
7.1.1 Galvokopf . . . 129
7.1.1.1 Galvokopf mit Schutzglasschieber . . . 129
7.1.1.2 Galvokopf mit in die Optik eingeschraubtem Schutzglas . . . 135
7.1.2 Schutzglas . . . 141
7.1.2.1 Galvokopf mit Schutzglasschieber . . . 141
7.1.2.2 Galvokopf mit in die Optik eingeschraubtem Schutzglas . . . 141
7.1.3 Strahlaufweitung . . . 142
7.1.4 Umlenkspiegel . . . 143
7.1.4.1 Umlenkeinheit . . . 143
7.1.4.2 Positionierlaser . . . 146

7.2 Wechsel des Shuttermoduls . . . 147

7.3 Wechsel des Resonatormoduls . . . 151

7.4 Wechsel des Diodenmoduls . . . 158

7.5 Wechsel von Glasfaserleitungen . . . 171

7.6 Wechsel des HF-Generators . . . 177
7.6.1 HG-24 . . . 177
7.6.2 HG-25 . . . 179
7.6.3 Wechsel von HG-25 auf HG-24 . . . 180
7.6.4 Betriebsspannung HG-24 einstellen . . . 182
7.6.5 HF-Leistung HG-24 einstellen . . . 185
7.6.6 HF-Leistung HG-25 einstellen . . . 188

7.7 Wechsel des Positionierlasers 192
7.8 Wechsel des MICO-Controllers 196
7.9 Wechsel des Netzteils HN80x 199
7.10 Wechsel der internen Leistungsmessung 201
7.11 Wechsel des Strahlabschwächers 203
7.12 Wechsel der ALI-Karte 204
7.13 Wechsel der Filtermatten 206
7.14 Wechsel des Partikelfilters und Deionisierbeutels 206
7.15 Kalibrieren des Motorventils im Kühlkreislauf 207
7.16 Wechsel des Kühlers 208

8 Einstellung und Reparatur von SHG-Modellen 211

8.1 Montage und Einstellung von SHG-Komponenten 211
8.1.1 Montage des SHG-Resonatormoduls 211
8.1.2 Montage der SHG-Umlenkeinheit 215
8.1.3 Software-Einstellungen SHG 216
8.1.4 Dichtheitskontrolle 217
8.1.5 Leistungseinstellung und Überprüfung des SHG-Lasers 218
8.1.6 SHG-Positionierlaser montieren 219
8.1.7 SHG-Strahlaufweitung montieren 220
8.1.8 SHG-Galvokopf montieren 221
8.1.9 Feinjustage SHG 224
8.1.10 Leistungseinstellung HG-24 SHG 225
8.2 Demontage von SHG-Komponenten 226

9 Checkliste Power Line E 235

1 Allgemeines

1.1 Identifikationsdaten

Identifikationsdaten	
Maschinentyp:	
Modellbezeichnung:	
Seriennummer:	
Auftragsnummer:	
Stücklistennummer:	
Baujahr:	

1.2 Kundeneintragungen

Kundeneintragungen	
Inventarnummer:	
Standort:	

1.3 Einleitende Hinweise

1.3.1 Darstellungsmittel

Achtung: *Dieses Symbol erscheint bei allen Sicherheitshinweisen im Reparaturhandbuch. Mögliche Gefährdungen sind damit besonders gekennzeichnet.*
Nichtbeachten dieser Sicherheitshinweise kann zu schwerwiegenden gesundheitlichen Schäden (bis hin zum Tod) und/oder zu erheblichen Sachschäden führen!

Hinweis: *Mit diesem Symbol sind Hinweise zum Einstellen sowie Ratschläge zur Bedienung und Wartung im Reparaturhandbuch gekennzeichnet.*

1.3.2 Gültigkeitsbereich des Reparaturhandbuches

Achtung: *Dieses Reparaturhandbuch ist ausschließlich für von ROFIN-SINAR für Laser der PowerLine E/EL-Serie geschultes und autorisiertes Instandsetzungspersonal bestimmt.*
Dieses Reparaturhandbuch hat Gültigkeit für Laser der ROFIN-SINAR PowerLine E/EL-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 Reparaturhandbuches 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.*

1.3.3 Kontaktadressen

Bei Fragen zum Inhalt dieses Reparaturhandbuches 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@rofin-muc.de

Weitere Niederlassungen von ROFIN-SINAR sind:

Worldwide locations

ROFIN-SINAR Technologies, Inc. 40984 Concept Dr. Plymouth, MI 48170, USA	ROFIN-SINAR Technologies Europe S.L. Plaza María Aurelia Capmany, 1-A 08970 Sant Joan Despí, Barcelona, Spain
☎+1-734-455-5400 🖷+1-734-455 2741 info@rofin.com	☎+34-93 477 4200 🖷+34-93 477 4201

ROFIN subsidiaries & production sites

Headquarter Laser Macro ROFIN-SINAR Laser GmbH Berzeliusstraße 83 22113 Hamburg, Germany	**Headquarter Laser Micro** Carl Baasel Lasertechnik GmbH & Co. KG Petersbrunner Straße 1b 82319 Starnberg, Germany	**Headquarter Laser Marking** ROFIN-SINAR Laser GmbH Dieselstraße 15/Günding 85232 Bergkirchen, Germany
☎+49-(0)-40-7 33 63-0 🖷+49-(0)-40-7 33 63 160 info@rofin-ham.de	☎+49-(0)-8151-776-0 🖷+49-(0)-8151-776 159 sales@baasel.de	☎+49-(0)-81 31-704-0 🖷+49-(0)-81 31-704 100 info@rofin-muc.de
ROFIN-SINAR, Inc. 40984 Concept Dr. Plymouth, MI 48170, USA	ROFIN-BAASEL, Inc. 330 Codman Hill Road Boxborough, MA 01719, USA	ROFIN-BAASEL Canada Ltd. 3600A Laird Road Unit 15 Mississauga, ON CANADA L5L 6A6
☎+1-734-455-5400 🖷+1-734-455 2741 info@rofin-inc.com	☎+1-978-635-9100 🖷+1-978-635 9199 info@rofin-baasel.com	☎+(905) 607-0400 🖷+(905) 607-0655 info-canada@rofin-inc.com
ROFIN-BAASEL Benelux B.V. Edisonweg 52 2952 AD Alblasserdam, Netherlands	ROFIN-BAASEL España, S.L. Pol. Arazuri-Orcoyen, Calle C, no. 12 31170 Arazuri Navarra, Spain	ROFIN-BAASEL France S.A. 10, Allée du Cantal Z.I. La Petite Montagne Sud 91018 Evry Cedex, France
☎+31-(0)-78-6931037 🖷+31-(0)-78-6931079 info@rofin-baasel.nl	☎+34-948-324-600 🖷+34-948-324-605 info@rofin-es.com	☎+33-(0)-1-6911-3636 🖷+33-(0)-1-6911-3639 info@rofin.fr

ROFIN-BAASEL Italiana S.r.l.
Viale Lombardia, 159
I20052 Monza (MI), Italy

☎+39-039-2729-1
🖷+39-039-2141304
info@rofin.it

ROFIN-SINAR UK Ltd.
York Way, Willerby,
Kingston upon Hull
HU10 6HD, United Kingdom

☎+44-(0)-1482-6500-88
🖷+44-(0)-1482-6500 22
info@rofin-uk.com

ROFIN-BAASEL UK Ltd.
Sopwith Way
Drayton Fields Industrial Estate
Daventry NN11 8PB
Northants, United Kingdom

☎+44 (0) 1327 701100
🖷+44 (0) 1327 701110
sales@rofin-baasel.co.uk

ROFIN-BAASEL China Co., Ltd
Room 206, Bldg. 2
No. 1077 Zu Chongzhi Road
201203 Shanghai
P.R.China

☎+86-21-68 55 22 16
🖷+86-21-50 27 37 93
info@rofin-baasel.com.cn

ROFIN-BAASEL Japan Corp.
1042-4 Toda, Atsugi-shi
Kanagawa-ken, Japan 243-0023

☎+81-(0)-462-298-655
🖷+81-(0)-462-298-541
info@rofin-jpn.co.jp

ROFIN-BAASEL Korea Co., Ltd.
602 World Meridian Venture Center
60-24 Gasan-dong Gumchun-gu
Seoul, Korea 153-801

☎+82-2-837-1750
🖷+82-2-837-1751
info@rofin-baasel.co.kr

ROFIN-BAASEL Singapore Pte. Ltd.
Block 5012, Ang Mo Kio Av. 5
#04-05 TECHplace II
Singapore 569876

☎+65 6482-1091
🖷+65 6482-1158
reception@rofin-baasel.com.sg

ROFIN-BAASEL Taiwan Ltd.
2F, No. 35, Lane 21, Sec 6 Ming
Chuan East Rd.
Taipei, Taiwan

☎+886-2-2790 1300
🖷+886-2-2795-3021
info@rofin-baasel.com.tw

ROFIN sales & service

ROFIN-BAASEL Benelux B.V.
Brussels Office
Rue Abbé Cuypers, 3
B-1040 Brussels, Belgium

☎+32-(0)-2-74 12-427
🖷+32-(0)-2-74 12 404

ROFIN-BAASEL España, S.L.
Barcelona Office
Plaza María Aurelia Capmany, 1-A
E-08970 Sant Joan Despí, Spain

☎+34-93-4770644
🖷+34-93-4770865
barcelona@rofin-es.com

ROFIN-BAASEL France S.A.
Sartrouville Office
7, Rue d'Estienne d'Orves
F-78508 Sartrouville Cedex, France

☎+33-(0)-1-395-77133
🖷+33-(0)-1-395-76577
info-marquage@rofin.fr

ROFIN-SINAR Laser GmbH
Switzerland Office
Im Seewinkel 26
3645 Gwatt/Thun, Switzerland

☎+41-33-3366-690
🖷+41-33-3366 604

ROFIN-BAASEL, Inc.
Tempe Office
1565 W. University Drive
Suite 101
Tempe, AZ 85281, USA

☎+1-480-777-1199
🖷+1-480-517 9684

ROFIN-BAASEL China Co., Ltd
Shenzhen Office
Room 3684, Floor 3
LongSheng Building, Longhua
Bao An District, Shenzhen
P.R. China (518109)

☎+86-139 252 490 86

Further RSTI group companies

DILAS Diodenlaser GmbH
Galileo-Galilei-Straße 10
55129 Mainz, Germany

☎+49-(0)-6131-9226-0
🖷+49-(0)-6131-9226 255
sales@dilas.de

DILAS Inc.
9070 South Rita Road
Suite 1500
Tucson, AZ 85747, USA

☎+1-520 232 3480
🖷+1-520 232 3499
sales@dilas-inc.com

Corelase Oy
Vesiroineenkatu 3, P.O.Box 73
33721 Tampere, Finland

☎+358 (0)20-769-9900
🖷+358 (0)20-769-9901
info@corelase.fi

ES Technology Ltd
Units H1 + 2
Kingston Business Park, Kingston Bagpuize
Oxfordshire, OX13 5SF, UK

☎+44-(0) 1865-821-818
🖷+44-(0) 1865-821-044
sales@estechnology.net

H2B Photonics GmbH
An der Universität 2
30823 Garbsen, Germany

☎+49 (0)511-762-18250
🖷+49 (0)511-762-18252
info@h2b-photonics.de

LEE LASER, Inc.
7605 Presidents Drive Orlando
Florida 32809, USA

☎+1-407-812-4611
🖷+1-407-850-2422

m2k-laser GmbH
Tullastraße 72
79108 Freiburg, Germany

☎+49-761-5565-612
🖷+49-761-5573-332
info@m2k-laser.com

Optoskand AB
Krokslätts Fabriker 30
S-431 37 Mölndal

☎+46 (0)31-706 27 50
🖷+46 (0)31-706 27 78
info@optoskand.se

PRC LASER
North Frontage Road
Landing, NJ 07850, USA

☎+1-973-347-0100
🖷+1-973-347-8932
sales@prclaser.com

PRC Europe N.V.
Industriepark De Bruwaan
35C - B-9700
Oudenaarde, Belgium

☎+32-(0)55-30 31 96
🖷+32-(0)55-30 94 96
sales@prc-europe.be

WEGMANN-BAASEL
Laser und elektrooptische Geräte GmbH
Münchner Str. 15b
85604 Zorneding, Germany

☎+49-(0)-8106-30626-0
🖷+49-(0)-8106-30626-13
info@wb-laser.de

PMB Elektronik GmbH
Leutstettener Str. 28
82319 Starnberg, Germany

☎+49-(0)-8151 91691-0
🖷+49-(0)-8151 91691 66

RASANT-ALCOTEC Beschichtungstechnik GmbH
Zur Kaule 1
51491 Overath, Germany

☎+49-(0)-2206 9025-0
🖷+49-(0)-2206 9025 22
info@rasant-alcotec.de

2 Sicherheit

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.

Achtung: *Die Sicherheitshinweise in den weiteren Dokumenten zur Laseranlage (Bedienerhandbuch, Wartungshandbuch) sowie die Unterlagen von Peripheriekomponenten sind ebenfalls zu beachten! Diese Dokumente bleiben uneingeschränkt gültig!*

2.1 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.

Laser von ROFIN-SINAR Laser werden unter Beachtung folgender Sicherheitsvorschriften gefertigt:

- EN ISO 12100
- EN 60204
- EN 60825
- VDE 0837 (IEC 825)
- UVV BGV B2
- BGI 832
- VDE 0100
- VDE 0105
- 21 CFR - National Center for Devices and Radiological Health - CDRH No. 0121857-01

ROFIN-SINAR-Laser entsprechen den gültigen EG-Richtlinien:

- 2006/95/EG (Niederspannungsrichtlinie)
- 2004/108/EG (EMV-Richtlinie)
- 98/37/EG, Anhang IIA (Maschinenrichtlinie [wenn Maschinenstatus gegeben])

2.2 Betrieb des Lasers

Beim Betrieb des Lasers im Geltungsbereich der BGV B2 (vormals VBG 93) muß die Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung (UVV) BGV B2 und deren Durchführungsanweisungen beachtet werden. In der BGI 832 „Betrieb von Lasereinrichtungen“ ist die Anwendung der UVV BGV B2 „Laserstrahlung“ nachzulesen. Die UVV BGV B2 fordert z. B. die Benennung eines Laserschutzbeauftragten und die Benachrichtigung der Berufsgenossenschaft und der für den Arbeitsschutz zuständigen Behörde für Laser der Laserklasse 3B oder 4.

Außerhalb des Geltungsbereichs der BGV B2 müssen die nationalen Vorschriften des Betreiberlandes mit Hinblick auf die Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung beachtet werden.

Die Laseranlage darf nur durch geschultes und autorisiertes Personal betrieben werden. Schulungskurse werden z.B. angeboten von:

– ROFIN-SINAR Laser GmbH (Wartung, Reparatur, Applikation, Bedienung)
– OEM-Lieferanten (Bedienung)
– Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik (UVV)
– PTB Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig (UVV)
– Technische Überwachungsvereine (UVV)

2.3 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 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. Das Personal ist in vorgegebenen Zeitabständen aktenkundig über den Umgang mit der Laseranlage zu belehren.
- 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 (siehe BGI 5092 „Auswahl und Benutzung von Laser-Schutz- und Justierbrillen“).
- 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.
- Bei unvorhergesehenen Gefahrensituationen ist die Laseranlage durch den Not-Aus-Taster sofort stillzusetzen.
- Not-Aus-Einrichtungen dürfen nicht als Ausschalter für den Normalfall verwendet werden.
- Nach Not-Aus-Betätigung oder nach einer schwerwiegenden Störung sind Sicherheitschecks erforderlich.
- Arbeiten im Elektroschaltschrank, 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).

Achtung: *Erstickungsgefahr bei zu hoher Stickstoffkonzentration in der Umgebungsluft! Die zulässigen Grenzwerte dürfen keinesfalls überschritten werden!*

- Versorgungsleitungen zur Laseranlage (Elektroenergie, Kühlwasser) 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.

2.4 Sicherheitshinweise zum Lasersystem

Achtung: *Die Laserstrahlung 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!*

Achtung: *Laserstrahlung kann dauerhafte Augenschäden und Hautverbrennungen verursachen!*

Achtung: ***Warnung vor Laserstrahlung!***
Ein Laser ohne besondere Schutzeinrichtung entspricht der Schutzklasse 4. Bei einer Wellenlänge von 1064 nm ist die Laserstrahlung unsichtbar. Bei aktiviertem Positionierlaser (Wellenlänge 675 nm, roter Laserstrahl, Schutzklasse 2) und bei SHG-Modellen (Wellenlänge 532 nm, grüner Laserstrahl, Schutzklasse 4) ist der Laserstrahl sichtbar.

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 LASERSTRAHLUNG – Bestrahlung von Auge und Haut durch direkte oder durch Streustrahlung vermeiden – LASER KLASSE 4“ zu kennzeichnen.

Achtung: *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°).*

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

- Der Betreiber einer Laseranlage der Laserklassen 3B oder 4 ist verpflichtet, für den Betrieb der Anlage einen Laserschutzbeauftragten zu ernennen.

- Bei vollständig montierter Schutzumhausung 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.

Achtung: *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.*

Achtung: *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.

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

2.4.1 Strahlengang

Abbildung 2.1 *Strahlengang RSM PowerLine 20E/EL*

Die magentafarben gestrichelte Linie kennzeichnet den Strahlengang des Hauptlasers. Der Strahlengang der Diodenlaser ist gelb gekennzeichnet.

2.4.2 Positionierlaser[1]

Abbildung 2.2 *Strahlengang Positionierlaser*

Die gestrichelte Linie kennzeichnet den Strahlengang des Positionierlasers.

Beim Positionierlaser handelt es sich um eine Laserdiode der Schutzklasse 2. Gemäß DIN EN 60825 wird der Schutz der Augen üblicherweise durch Abwendungsreaktionen einschließlich des Lidschlußreflexes bewirkt. Für die Haut ist der Positionierlaser ungefährlich.

Achtung: *Niemals direkt oder mit optischem Gerät in den Strahl des Positionierlasers blicken!*

1. Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp

2.5 Sicherheitshinweise zu Wartungs- und Einstellarbeiten

Achtung: *Während der Ausführung von Wartungs-, Reparatur-, Einstell- und Kontrollarbeiten muß die Anlage stillgesetzt und gegen Inbetriebnahme gesichert sein. An der Laseranlage ist das Warnschild „Anlage außer Betrieb - Einschalten verboten!“ aufzuhängen.*

Achtung: *Zur Einhaltung der Laserschutzklasse 1 ist der Betrieb der Anlage mit teilweise oder vollständig demontierter Schutzumhausung grundsätzlich verboten.*

- Nach erfolgter Elektromontage oder Instandsetzung sind die vorhandenen Schutzvorrichtungen auf ihre Funktion zu prüfen und die Schutzmaßnahmen 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 Elektroschaltschrank, 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 zu sichern.

Achtung: ***Gefahr durch Laserstrahlung:*** *Werden zu Arbeiten an strahlführenden Einheiten Teile der Schutzumhausung 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 2.4, Seite 10).*

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

2.6 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.

Achtung: Hochspannung! Lebensgefahr!
Die mit Blitzpfeilschildern im Schaltschrank gekennzeichneten Geräte (Hauptschalter, Reparatursteckdose, Netzanschlußklemmen) bleiben auch nach Ausschalten des Hauptschalters spannungsführend.
Der Schaltschrank darf nur von Elektrofachpersonal zu Reparaturzwecken geöffnet werden.

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

- Die Steuer- und Hauptstromleitungen sind voneinander getrennt zu verlegen.
  Nichtbeachten bewirkt:
  – 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.

Achtung: *Elektrische Einrichtungen niemals mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten reinigen.*

2.7 Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (ESD)

Achtung: *Bei den Diodenmodulen handelt es sich um elektrostatisch gefährdete Bauelemente (ESD)! 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!

Achtung: 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!

Achtung: *Sämtliche Personen, die an Diodenmodulen arbeiten, müssen die Maßnahmen zum Schutz elektrostatisch gefährdeter Bauelemente (ESD) einhalten! Der Arbeitsbereich ist abzusichern!*

Achtung: *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!*

Abbildung 2.3 *Diodenmodule RSM PowerLine 20E/EL*

2.8 Not-Aus- und Sicherheitseinrichtungen

2.8.1 Not-Aus-Einrichtungen

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

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

Abbildung 2.4 *Not-Aus-Pilzdrucktaster Bedienfeld*

Abbildung 2.5 *Not-Aus-Pilzdrucktaster Versorgungseinschub*

Abbildung 2.6 *Externer Not-Aus-Pilzdrucktaster*

Hinweis: *Not-Aus-Taster nicht verwenden, um den normalen Arbeitszyklus zu beenden.*

2.8.2 Sicherheitseinrichtungen

Abbildung 2.7 *Interlockschalter Laserkopf*

Für beide seitlichen Abdeckungen des Laserkopfes ist jeweils ein Interlockschalter montiert.

Hinweis: *Bei Bedarf kann die Laseranlage mit einem Anschluß für einen externen Interlock -X28 ausgerüstet werden (siehe Schaltplan Seite „Shutter, Shutterinterlock“). Dieser Einbausatz ist bei ROFIN-SINAR erhältlich.*

Zur Montage ist die Abdeckung der Einbauöffnung (Abbildung 2.8) zu entfernen. Der elektrische Anschluß erfolgt am Stecker -X28 an der Diodenseite des Laserkopfes (Abbildung 2.9).

Abbildung 2.8 *Einbauöffnung externer Interlock*

Abbildung 2.9 *Anschlußstecker -X28 im Laserkopf*

2.9 Sonstige Gefahren

2.9.1 UV-Strahlung

Achtung: *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!*

Hinweis: *Die in Abbildung 3.1 und in Abbildung 3.2, Seite 23, dargestellten Laserschutzbrillen bieten ebenfalls Schutz der Augen vor UV-Strahlung.*

Achtung: *Werden andere Laserschutzbrillen als die Abgebildeten 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 der Fachkraft für Arbeitssicherheit des Betreibers zu veranlassen.*

2.9.2 Gesundheitsschädliche Stoffe

Achtung: *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 Risikostoffen sind eine geeignete Atemschutzmaske sowie Schutzhandschuhe zu benutzen.*

2.10 Persönliche Schutzmaßnahmen

Achtung: *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. Organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen sind zu beachten!
- Im Laserbereich eine Laserschutzbrille gemäß DIN EN 207 und EN 208 – Augenschutzgeräte gegen Laserstrahlung der Wellenlänge 1064 (532) nm zu benutzen.
- 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.

2.11 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Die nachfolgenden Vorschriften sind einzuhalten. Die detaillierten organisatorischen Schutzmaßnahmen und Richtlinien der DIN EN 60825, Klassifikation VDE 0837 (IEC 825) 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 Feststoffen in den Laserbereich gebracht werden.
- Bei der Bearbeitung von Werkstoffen (z. B. Metallen oder Kunststoffen) können giftige Zersetzungsprodukte 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-Aus) ist gemäß definierter Prüfzyklen durch befugte und beauftragte Personen zu prüfen. Es gelten die national gültigen Sicherheitsvorschriften und Richtlinien (siehe „Bestimmungsgemäßer Betrieb“ auf Seite 7). 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.

2.12 Entsorgungshinweise

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

2.13 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.

Achtung: *Diese Schilder dürfen nicht entfernt werden.*

3 Benötigte Werkzeuge, Meß- und Hilfsmittel

Neben einem Standard-Werkzeugsatz werden nachfolgend aufgelistete Werkzeuge, Meß- und Hilfsmittel für die Durchführung von Reparaturarbeiten an Lasern der RSM PowerLine E/EL (IR und SHG)-Serie benötigt:

Hinweis: *Hier sind Werkzeuge, Meß- und Hilfsmittel aufgelistet, die von ROFIN-SINAR bezogen werden können. Werden andere Werkzeuge, Meß- und Hilfsmittel verwendet, müssen diese die entsprechenden Eigenschaften aufweisen.*

Abbildung 3.1 *Laserschutzbrille*

- Laserschutzbrille*

Achtung: *Die Laserschutzbrille muß auf die Wellenlänge des eingesetzten Lasers abgestimmt sein.*

Hinweis: *Die in Abbildung 3.1 dargestellte Laserschutzbrille ist für sämtliche Wellenlängen geeignet, die beim RSM PowerLine E/EL (IR und SHG) auftreten können (180 nm bis 532 nm; 800 nm bis 1080 nm). Werden Laserschutzbrillen verwendet, die nicht den kompletten Wellenlängenbereich abdekken, sind entsprechend mehrere Schutzbrillen zu verwenden, die entsprechend der auftretenden Wellenlänge zu wechseln sind.*

Abbildung 3.2 *Laserschutzbrille (Version für Brillenträger)*

- Laserschutzbrille (Version für Brillenträger)*

Achtung: *Die Laserschutzbrille muß auf die Wellenlänge des eingesetzten Lasers abgestimmt sein.*

Hinweis: *Die in Abbildung 3.2 dargestellte Laserschutzbrille ist für sämtliche Wellenlängen geeignet, die beim RSM PowerLine E/EL (IR und SHG) auftreten können (180 nm bis 532 nm; 800 nm bis 1080 nm). Werden Laserschutzbrillen verwendet, die nicht den kompletten Wellenlängenbereich abdekken, sind entsprechend mehrere Schutzbrillen zu verwenden, die entsprechend der auftretenden Wellenlänge zu wechseln sind.*

Abbildung 3.3 ESD-Handgelenkband mit Spiralkabel

- ESD-Handgelenkband mit Spiralkabel*

Abbildung 3.4 Teilesatz Diodenleistungsmessung

- Teilesatz Diodenleistungsmessung PL-E*

Abbildung 3.5 Fadenkreuz mit Aufnahme

- Fadenkreuz mit Aufnahme D=16 mm, Fadenkreuz D=25 mm*

Abbildung 3.6 *Fadenkreuz mit Aufnahme für Anlagen ohne Pilotlaser (1)*

- Fadenkreuz mit Aufnahme für Anlagen ohne Pilotlaser*

Hinweis: *Abbildung 3.6 zeigt die Kennzeichnung an der Frontseite.*

Abbildung 3.7 *Fadenkreuz mit Aufnahme für Anlagen ohne Pilotlaser (2)*

- Fadenkreuz mit Aufnahme für Anlagen ohne Pilotlaser*

Hinweis: *Abbildung 3.7 zeigt die Kennzeichnung an der Oberseite inklusive der Strahlrichtung.*

Abbildung 3.8 *Fadenkreuz mit Aufnahme für Anlagen mit Pilotlaser (1)*

- Fadenkreuz mit Aufnahme für Anlagen mit Pilotlaser*

Hinweis: *Abbildung 3.8 zeigt die Kennzeichnung an der Frontseite.*

Abbildung 3.9 *Fadenkreuz mit Aufnahme für Anlagen mit Pilotlaser (2)*

- Fadenkreuz mit Aufnahme für Anlagen mit Pilotlaser*

Hinweis: *Abbildung 3.9 zeigt die Kennzeichnung an der Oberseite inklusive der Strahlrichtung.*

Abbildung 3.10 *Justierblende Strahlaufweitung*

- Justierblende Strahlaufweitung*

Abbildung 3.11 *Adapter Fadenkreuz*

- Adapter Fadenkreuz, Flansch Galvokopf E-Line*

Abbildung 3.12 *Justagetubus Galvokopf mit Grundplatte*

- Justagetubus Galvokopf mit Grundplatte*

Abbildung 3.13 *Wandlerscheibe*

- Wandlerscheibe „Beamcatcher“*

Achtung: *Die Wandlerscheibe muß für die Wellenlängen geeignet sein, die beim jeweiligen Modell (IR bzw. SHG) auftreten.*

Achtung: *Bei der Verwendung der Wandlerscheibe ist eine auf die Wellenlänge des Lasers abgestimmte Laserschutzbrille zu benutzen!*

Abbildung 3.14 *Wandlerscheibe mit Fadenkreuz*

- Wandlerscheibe „Beamcatcher“ mit Fadenkreuz*

Achtung: *Die Wandlerscheibe muß für die Wellenlängen geeignet sein, die beim jeweiligen Modell (IR bzw. SHG) auftreten.*

Achtung: *Bei der Verwendung der Wandlerscheibe ist eine auf die Wellenlänge des Lasers abgestimmte Laserschutzbrille zu benutzen!*

Abbildung 3.15 IR-Wandlerschirm LDT-007

- IR-Wandlerschirm LDT-007*

Achtung: *Bei der Verwendung des IR-Wandlerschirms ist eine auf die Wellenlänge des Lasers abgestimmte Laserschutzbrille zu benutzen!*

Hinweis: *Der IR-Wandlerschirm wird nur für IR-Modelle benötigt.*

Abbildung 3.16 Leistungsmeßgerät

- Leistungsmeßgerät inklusive Sensor und Aufsatz für Leistungsmeßkopf LM 200*

Achtung: *Bei der Verwendung des Leistungsmeßgerätes ist eine auf die Wellenlänge des Lasers abgestimmte Laserschutzbrille zu benutzen!*

Abbildung 3.17 Multimeter

- Multimeter

Abbildung 3.18 *Zangen-Amperemeter*

- Zangen-Amperemeter

Abbildung 3.19 *Präzisions-Thermometer*

- Präzisions-Thermometer

⚠ ***Achtung:*** *Für Messungen im Kühlwasserbehälter wird zusätzlich eine wasserdichte Meßspitze benötigt.*

Abbildung 3.20 *HF-Leistungs- und Stehwellenmeßgerät*

- HF-Leistungs- und Stehwellenmeßgerät inklusive HF-Meßkabel für PWL-E 1xBNC und 1xSMA*

Abbildung 3.21 *Fein-Meßspitzen*

- Fein-Meßspitzen

Hinweis: *Diverse Meßpunkte können nicht mit Standard-Meßspitzen erreicht werden.*

Abbildung 3.22 *Meßadapter Galvospannung*

- Meßadapter Galvospannung*

Abbildung 3.23 *Meßadapter HG-24 Signale, SubD9*

- Meßadapter HG-24 Signale, SubD9*

Abbildung 3.24 *Klebeband Scotch Nr. 6877 50 x 66*

- Klebeband Scotch Nr. 6877 50 x 66*

⚠ ***Achtung:*** *Es darf ausschließlich Klebeband verwendet werden, das sich absolut rückstandsfrei ablösen läßt!*

Abbildung 3.25 *Drehmomentschlüssel*

- Drehmomentschlüssel (min. 20 bis 120 Ncm)

Abbildung 3.26 *Drehmomentschlüssel*

- Drehmomentschlüssel (min. 1 bis 12 Nm)

- Präzisions-Wasserwaage

Abbildung 3.27 *Präzisions-Wasserwaage*

- Linsenreinigungspapier*

Abbildung 3.28 *Linsenreinigungspapier*

- Isopropanol (Alkohol) zur Reinigung optischer Komponenten*

Abbildung 3.29 *Isopropanol*

Abbildung 3.30 Druckluftdose

- Druckluftdose

Abbildung 3.31 Gummihandschuhe und Staubschutzmaske

- Gummihandschuhe und Staubschutzmaske für Reinigungsarbeiten*

Hinweis: *Zur Vermeidung von Verschmutzungen dürfen die Hanschuhe nicht gepudert sein.*

Abbildung 3.32 Poly-Stretch Handschuhe

- Poly-Stretch Handschuhe*

Hinweis: *Zu benutzen bei der Reinigung optischer Komponenten.*

Abbildung 3.33 *Hochvakuumfett*

- Hochvakuumfett*

Abbildung 3.34 *Adapter Kühlung Meßkopf E-Line*

- Adapter Kühlung Meßkopf E-Line*

Abbildung 3.35 *Überbrückungskontakte für Interlockschalter*

- Überbrückungskontakte für Interlockschalter*

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

Achtung: *Die Überbrückungskontakte sind vom Betreiber des Lasersystems so aufzubewahren, daß eine Benutzung durch Unbefugte ausgeschlossen ist!*

*. Bestellnummer siehe ROFIN-SINAR Meß- und Justagemittel-Katalog

Optional erhältliche Austauschkomponenten

Abbildung 3.36 *Austauschset Warnleuchten*

- Austauschset Warnleuchten

Hinweis: *Die Glühlampen in den Warnleuchten können gegen LEDs (rechts) ausgetauscht werden. Diese LEDs gewährleisten eine höhere Lebensdauer und damit eine größere Ausfallsicherheit.*

4 Reinigung optischer Komponenten

Hinweis: *Die Oberflächen der optischen Komponenten sind gemäß Wartungsplan zu reinigen.*

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

Achtung: *Von Isopropanol gehen grundsätzlich besondere Gefahren aus. Es ist daher nur von entsprechend geschultem Personal mit der nötigen Sorgfalt zu handhaben.*
Der Stoff ist leichtentzündlich. Reizt die Augen. Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. Das Sicherheitsdatenblatt ist unbedingt zu beachten!

Reinigen der optischen Komponenten:

1. Optisch Komponenten wie nachfolgend beschrieben ausbauen.
2. Mit gereinigter Druckluft feine Staubpartikel von den Oberflächen abblasen.
3. Optische Komponenten mit Linsenreinigungspapier und Isopropanol säubern.

Abbildung 4.1 *Optische Komponenten reinigen (1)*

– Mit einer Pipette ein bis zwei Tropfen Isopropanol auf die zu reinigende Fläche geben.

Abbildung 4.2 *Optische Komponenten reinigen (2)*

– Linsenreinigungspapier auflegen und das Isopropanol vorsichtig abziehen bzw. abwischen.

Achtung: *Stets mit sauberen, fettfreien Händen arbeiten, um die optischen Komponenten nicht zu verschmutzen! Poly-Stretch Handschuhe (siehe Kapitel 3) benutzen, um Verschmutzungen auf Optiken auszuschließen!*

– Der Reinigungsvorgang ist so oft zu wiederholen, bis die Oberfläche der Optik sauber ist.

Achtung: *Optische Komponenten bei der Reinigung nicht beschädigen! Keinen Druck ausüben! Linsenreinigungspapier nur in eine Richtung ziehen. Für jeden Reinigungsvorgang ein neues Linsenreinigungspapier zu verwenden!.*

– Bei Linsen oder teildurchlässigen Spiegeln immer beide Seiten reinigen. Dabei ist darauf zu achten, daß die bereits gereinigte Fläche nicht wieder verschmutzt.

4.1 Galvokopf

4.1.1 Galvokopf mit Schutzglasschieber

4.1.1.1 Schutzglas

1. Die Schutzglasfassung aus dem Schutzglasschieber ziehen.
2. Schutzglas entsprechend seiner Befestigung lösen und entnehmen.
3. Reinigung durchführen (siehe Seite 37).

Hinweis: *Für jeden Reinigungsvorgang ist stets neues Linsenreinigungspapier zu verwenden!*

Hinweis: *Es sind immer beide Seiten des Schutzglases zu reinigen. Dabei ist darauf zu achten, daß die bereits gereinigte Fläche nicht wieder verschmutzt oder mit Isopropanol in Berührung kommt.*

4. Schutzglas einlegen und befestigen.
5. Schutzglasfassung in den Schutzglasschieber schieben.

Hinweis: *Es ist auf den seitenrichtigen Einbau des Schutzglases und der Schutzglasfassung zu achten. Der Pfeil an der Seite des Schutzglases muß in Richtung des Resonatormoduls zeigen.*

4.1.1.2 Fokussierlinse

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 4.3 *Anschlußstecker Galvokopf*

Achtung: *Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

1. Anschlußstecker des Galvokopfes (1) (Abbildung 4.3) lösen und abziehen.

Abbildung 4.4 *Galvokopf demontieren*

2. Befestigungsschrauben (1) (Abbildung 4.4) lösen.
3. Galvokopf abziehen.

Abbildung 4.5 *Eintrittsöffnung abdecken*

4. Eintrittsöffnung mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Galvokopfes zu verhindern.
5. Austrittsöffnung des Laserstrahls am Laserkopf mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Laserkopfes zu verhindern.

Abbildung 4.6 *Schutzglas herausziehen*

6. Schutzglas (1) (Abbildung 4.6) herausziehen.

Achtung: *Darauf achten, daß das Schutzglas nicht herausfällt.*

Hinweis: *Ist das Schutzglas beschädigt, ist dieses auszutauschen (siehe Punkt 7.1.2, Seite 141).*

Hinweis: *Alle Teile sind für den Wiedereinbau mit geeigneten Mitteln zu kennzeichnen.*

7. Schutzglas reinigen (siehe Seite 37).

Abbildung 4.7 *Führungsplatte abbauen*

8. Schrauben (Abbildung 4.7) der Führungsplatte für das Schutzglas lösen.

Abbildung 4.8 *Fokussieroptik entfernen*

9. Die Fokussieroptik (1) (Abbildung 4.8) herausdrehen.

10. Reinigung durchführen (siehe Seite 37).

Abbildung 4.9 *Abstandsring entnehmen*

11. Abstandsring (1) (Abbildung 4.9) entnehmen.

Abbildung 4.10 *Reinigungszustand der Umlenkspiegel prüfen*

12. Reinigungszustand der Umlenkspiegel (Abbildung 4.10) prüfen und bei Bedarf Reinigung durchführen (siehe Seite 37).

13. Klebebänder vom Galvokopf und vom Laserkopf wieder entfernen.

14. Galvokopf in umgekehrter Reihenfolge montieren.

Hinweis: *Bei der Montage des Galvokopfes ist auf die korrekte Lage des Abstandsringes (siehe Abbildung 4.9) zu achten.*

15. Galvokopf wieder am Laser montieren und anschließen.

16. Laseranlage in Betrieb nehmen.

4.1.2 Galvokopf mit in die Optik eingeschraubtem Schutzglas

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 4.11 *Anschlußstecker Galvokopf*

Achtung: *Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

1. Anschlußstecker des Galvokopfes (1) (Abbildung 4.11) lösen und abziehen.

Abbildung 4.12 *Galvokopf demontieren*

2. Beide Befestigungsschrauben (1) (Abbildung 4.12) lösen.
3. Galvokopf abziehen.

Abbildung 4.13 *Eintrittsöffnung abdecken*

4. Eintrittsöffnung mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Galvokopfes zu verhindern.
5. Austrittsöffnung des Laserstrahls am Laserkopf mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Laserkopfes zu verhindern.

Abbildung 4.14 *Fokussieroptik entfernen*

6. Die Fokussieroptik (1) (Abbildung 4.14) herausdrehen.

Hinweis: *Dabei auf eventuell vorhandenen Alu-Abstandsring achten.*

7. Reinigung durchführen (siehe Seite 37).

Abbildung 4.15 *Schutzglas abschrauben*

8. Schutzglas (1) (Abbildung 4.15) von der Fokussieroptik abschrauben.

Hinweis: *Ist das Schutzglas beschädigt, ist es auszutauschen.*

Hinweis: *Alle Teile sind für den Wiedereinbau mit geeigneten Mitteln zu kennzeichnen.*

Abbildung 4.16 *Fokussieroptik ablegen und Schutzdeckel aufstecken*

Wenn sich das Schutzglas nicht abschrauben läßt:

a) Fokussieroptik mit dem Schutzglas nach unten auf einer Moosgummiunterlage (z. B. ein umgedrehtes Mousepad) ablegen.

Achtung: *Die Unterlage muß absolut frei von Fremdkörpern sein, um das Schutzglas nicht zu beschädigen.*

b) Schutzdeckel (1) (Abbildung 4.16) an der Rückseite der Fokussieroptik aufstecken.

Abbildung 4.17 *Blockiertes Schutzglas abschrauben*

c) Axialen Druck (1) auf die Fokussieroptik ausüben und das Schutzglas abschrauben (2).

Abbildung 4.18 *Schutzglas reinigen (1)*

9. Schutzglas aus dem Führungsring entnehmen.

10. Linsenreinigungspapier auf das Schutzglas legen.

11. Linsenreinigungspapier mit Isopropanol tränken.

Abbildung 4.19 *Schutzglas reinigen (2)*

12. Das getränkte Linsenreinigungspapier langsam und leicht schräg nach unten vom Schutzglas abziehen.

13. Der Reinigungsvorgang ist so oft zu wiederholen, bis die gesamte Oberfläche des Schutzglases sauber ist.

Hinweis: *Für jeden Reinigungsvorgang ist stets neues Linsenreinigungspapier zu verwenden!*

Hinweis: *Es sind immer beide Seiten des Schutzglases zu reinigen. Dabei ist darauf zu achten, daß die bereits gereinigte Fläche nicht wieder verschmutzt oder mit Isopropanol in Berührung kommt.*

Abbildung 4.20 *Fokussieroptik reinigen*

14. Staub mit sauberer, trockener und ölfreier Luft von der zu reinigenden Fläche entfernen.

15. Äußere Linsen der Fokussieroptik in der gleichen Weise wie das Schutzglas reinigen.

Achtung: *Darauf achten, daß die Reinigungsflüssigkeit nicht in das Innere der Linse gelangt. In einem solchen Fall muß die Optik zur Innenreinigung an ROFIN-SINAR gesendet werden.*

Abbildung 4.21 *Schutzglas montieren (1)*

16. Vor der Montage des Schutzglases ist das Gewinde der Fokussieroptik an vier Stellen mit Hochvakuumfett versehen, um das Blockieren des Schutzglases zu verhindern.

Achtung: *Fett äußerst sparsam auftragen, um ein Verschmutzen der Fokussieroptik und des Schutzglases auszuschließen.*

Abbildung 4.22 *Schutzglas montieren (2)*

17. Schutzglas in den Führungsring einlegen.

Hinweis: *Schutzglas beim Einlegen nicht verschmutzen! Auf korrekte Lage des Schutzglases im Führungsring achten!*

Abbildung 4.23 *Schutzglas montieren (3)*

18. Schutzglas an die Fokussieroptik schrauben.

Hinweis: *Zur Kontrolle des korrekten Sitzes des Schutzglases ist darauf zu achten, daß kein Spalt zwischen Schutzglas und F-Theta Objektiv besteht. Fokussieroptik vorsichtig „schütteln“. Bei eventuellen „Klappergeräuschen“ ist das Schutzglas noch locker.*

Abbildung 4.24 *Fokussieroptik ablegen*

19. Schutzkappen an die Fokussieroptik anbringen und die Fokussieroptik ablegen.

Abbildung 4.25 *Reinigungszustand der Umlenkspiegel prüfen*

20. Reinigungszustand der Umlenkspiegel (Abbildung 4.25) prüfen und bei Bedarf Reinigung durchführen (siehe Seite 37).

Abbildung 4.26 *Fokussieroptik montieren (1)*

21. Vor der Montage der Fokussieroptik an den Galvokopf ist das Gewinde der Fokussieroptik an vier Stellen mit Hochvakuumfett versehen, um das Blockieren der Fokussieroptik zu verhindern.

Achtung: *Fett äußerst sparsam auftragen, um ein Verschmutzen der Fokussieroptik und des Inneren des Galvokopfes auszuschließen.*

Abbildung 4.27 *Fokussieroptik montieren (2)*

22. Fokussieroptik wieder in den Galvokopf einschrauben.

Hinweis: *Dabei den eventuell vorhandenen Alu-Abstandsring wieder einsetzen.*

23. Klebebänder vom Galvokopf und vom Laserkopf wieder entfernen.

24. Galvokopf wieder am Laser montieren und anschließen.

Abbildung 4.28 *Schutzabdeckung Fokussieroptik*

Achtung: *Vor Inbetriebnahme der Laseranlage prüfen, daß die Schutzabdeckung der Fokussieroptik (Abbildung 4.28) entfernt wurde. Beim Einschalten der Laseranlage mit montierter Schutzabdeckung wird diese beschädigt bzw. zerstört!*

25. Laseranlage in Betrieb nehmen.

4.2 Umlenkspiegel

4.2.1 Umlenkeinheit

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

4.2.1.1 Umlenkeinheit mit Einstellschrauben an der Deckelseite

Abbildung 4.29 *Einstellschrauben unterer Umlenkspiegel*

Hinweis: *Diese Methode ist bei Laseranlagen zu verwenden, bei denen eine Umlenkeinheit gemäß Abbildung 4.29 eingebaut ist.*

Abbildung 4.30 *Abdeckung Umlenkeinheit*

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Sieben Befestigungsschrauben der Abdeckung der Umlenkeinheit lösen.
3. Abdeckung abnehmen.

Abbildung 4.31 *Umlenkspiegel ausbauen*

4. Umlenkspiegel (1) (Abbildung 4.36) herausschrauben und auf einer sauberen Unterlage ablegen.

Achtung: *Zum Herausschrauben der Umlenkspiegel kein Werkzeug verwenden! Gefahr der Beschädigung der Umlenkspiegel!*

Abbildung 4.32 *Linse vor der internen Leistungsmessung bzw. vor dem Absorber*

5. Shutterspiegel vorsichtig zurückschwenken, um den Verschmutzungsgrad der Linse vor der internen Leistungsmessung bzw. vor dem Absorber zu prüfen.
6. Ist eine Reinigung notwendig, sind die komplette Umlenkeinheit und das Shuttermodul zu demontieren (siehe Punkt 7.2, Seite 147).

Achtung: *Ist das Shuttermodul während der Linsenreinigung eingebaut, besteht die Gefahr der Beschädigung von elektronischen oder optischen Komponenten des Shuttermoduls!*

7. Linse vor der internen Leistungsmessung bzw. vor dem Absorber herausschrauben und auf einer sauberen Unterlage ablegen.
8. Reinigung der Umlenkspiegel, der Linse und des Shutterspiegels durchführen (siehe Seite 37).
9. Linse, Shuttermodul und Umlenkspiegel wieder in die Umlenkeinheit einbauen.

Achtung: *Einbaurichtung der Umlenkspiegel beachten! Der* ***goldfarbene Ring*** *des Umlenkspiegels muß* ***in Richtung des Laserstrahls*** *zeigen!* ***Bei falschem Einbau wird der Umlenkspiegel zerstört!***

Abbildung 4.33 *Abdeckung Umlenkeinheit*

10. Abdeckung der Umlenkeinheit montieren und Umlenkeinheit in den Laserkopf einbauen.
11. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen (siehe Punkt 6.3.1, Seite 102).
12. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
13. Laseranlage in Betrieb nehmen.
14. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmeßgerät überprüfen und eine Testbeschriftung durchführen. Meßwerte in das Logbuch eintragen.

4.2.1.2 Umlenkeinheit mit Einstellschrauben an der Strahlaustrittsseite

Abbildung 4.34 *Einstellschrauben unterer Umlenkspiegel*

Hinweis: *Diese Methode ist bei Laseranlagen zu verwenden, bei denen eine Umlenkeinheit gemäß Abbildung 4.34 eingebaut ist.*

Abbildung 4.35 *Abdeckung Umlenkeinheit*

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Sieben Befestigungsschrauben der Abdeckung der Umlenkeinheit lösen.
3. Abdeckung abnehmen.

Abbildung 4.36 *Oberen Umlenkspiegel ausbauen*

4. Oberen Umlenkspiegel (1) (Abbildung 4.36) herausschrauben und auf einer sauberen Unterlage ablegen.

Achtung: *Zum Herausschrauben des Umlenkspiegels kein Werkzeug verwenden! Gefahr der Beschädigung des Umlenkspiegels!*

Abbildung 4.37 *Unteren Umlenkspiegel ausbauen (1)*

5. Halteblock (1) (Abbildung 4.37) des unteren Umlenkspiegels nach dem Lösen der beiden Befestigungsschrauben (2) demontieren.

Abbildung 4.38 *Unteren Umlenkspiegel ausbauen (2)*

6. Unteren Umlenkspiegel (1) (Abbildung 4.38) aus dem Halteblock herausschrauben und auf einer sauberen Unterlage ablegen.

Achtung: *Zum Herausschrauben des Umlenkspiegels kein Werkzeug verwenden! Gefahr der Beschädigung des Umlenkspiegels!*

Hinweis: *Nach dem Reinigen des Spiegels und dem Wiedereinsetzen ist der Halteblock gegen zwei Fräskanten zu drücken und die Schrauben sind wieder festzuziehen.*

Abbildung 4.39 *Linse vor der internen Leistungsmessung bzw. vor dem Absorber*

Abbildung 4.40 *Einbau der Umlenkspiegel*

7. Shutterspiegel vorsichtig zurückschwenken, um den Verschmutzungsgrad der Linse vor der internen Leistungsmessung bzw. vor dem Absorber zu prüfen.
8. Ist eine Reinigung notwendig, sind die komplette Umlenkeinheit und das Shuttermodul zu demontieren (siehe Punkt 7.2, Seite 147).

Achtung: *Ist das Shuttermodul während der Linsenreinigung eingebaut, besteht die Gefahr der Beschädigung von elektronischen oder optischen Komponenten des Shuttermoduls!*

9. Linse vor der internen Leistungsmessung bzw. vor dem Absorber herausschrauben und auf einer sauberen Unterlage ablegen.
10. Reinigung der Umlenkspiegel, der Linse und des Shutterspiegels durchführen (siehe Seite 37).
11. Linse, Shuttermodul und Umlenkspiegel wieder in die Umlenkeinheit einbauen.

Achtung: *Einbaurichtung der Umlenkspiegel beachten (siehe Abbildung 4.40)! Der* ***goldfarbene Ring*** *des Umlenkspiegels muß* ***in Richtung des Laserstrahls*** *zeigen!* ***Bei falschem Einbau wird der Umlenkspiegel zerstört!***

12. Abdeckung der Umlenkeinheit montieren und Umlenkeinheit in den Laserkopf einbauen.
13. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen (siehe Punkt 6.3.1, Seite 102).
14. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
15. Laseranlage in Betrieb nehmen.
16. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmeßgerät überprüfen und eine Testbeschriftung durchführen. Meßwerte in das Logbuch eintragen.

4.2.2 Positionierlaser[1]

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 4.41 *Strahlverrohrung demontieren*

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Strahlverrohrung (1) (Abbildung 4.41) des Laserkopfes ausbauen.

Abbildung 4.42 *Gehäuse Positionierlaser/ Einkoppelspiegel*

3. Vier Befestigungsschrauben der Abdeckung des Positionierlasers lösen.
4. Abdeckung abnehmen.
5. Das Innere des Positionierlasergehäuses reinigen.
6. Einkoppelspiegel (1) (Abbildung 4.42) ausbauen.
7. Reinigung des Einkoppelspiegels durchführen (siehe Seite 37).
8. Einkoppelspiegel wieder einbauen.
9. Strahlverrohrung einbauen und auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.
10. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen (siehe Punkt 6.3.3, Seite 122).
11. Abdeckung des Positionierlasergehäuses montieren.
12. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
13. Laseranlage in Betrieb nehmen.

1. Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp

4.3 Strahlaufweitung

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 4.43 *Strahlaufweitung ausbauen*

1. Strahlaufweitung (1) (Abbildung 4.43) inklusive Halterung (2) ausbauen.

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

2. Strahlaufweitung aus der Halterung herausschrauben.
3. Reinigung durchführen (siehe Seite 37).
4. Strahlaufweitung in die Halterung schrauben und Halterung wieder einbauen.

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

5. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen (siehe Punkt 6.3.1, Seite 102).
6. Einstellung der Strahlaufweitung kontrollieren; ggf. auf den vor der Reinigung abgelesenen Wert einstellen.
7. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
8. Laseranlage in Betrieb nehmen.
9. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmeßgerät überprüfen und eine Testbeschriftung durchführen. Meßwerte in das Logbuch eintragen.

4.4 Strahlabschwächer[1]

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 4.44 *Strahlabschwächer*

Abbildung 4.45 *Optische Komponenten des Strahlabschwächers*

1. Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.

Hinweis: *Die momentane Einstellung des Strahlabschwächers ist zu notieren, um nach einem eventuellen Verstellen des Strahlabschwächers die korrekten Werte wieder einstellen zu können.*

2. Vier Befestigungsschrauben der Abdeckung des Strahlabschwächers lösen.
3. Abdeckung abnehmen.
4. Reinigung der optischen Komponenten durchführen (siehe Seite 37). Gereinigte Oberfläche mit einer Lupe überprüfen.

Achtung: *Bei Einbränden muß der komplette Strahlabschwächer ausgetauscht werden.*

5. Abdeckung des Strahlabschwächers montieren.
6. Einstellung des Strahlabschwächers kontrollieren.
7. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
8. Laseranlage in Betrieb nehmen.
9. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmeßgerät überprüfen und eine Testbeschriftung durchführen. Meßwerte in das Logbuch eintragen.

1. Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp

4.5 Glasfaserleitungen

Achtung: *Die Anschlüsse von Glasfaserleitungen sind ausschließlich mit gereinigter Druckluft oder mit wasserfreiem Isopropanol zu säubern! Hierbei ist die in der Schulung gelehrte Abziehmethode anzuwenden!*

4.6 Resonatormodul

Achtung: *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.*

5 Fehlersuche und Fehlerbehebung

5.1 Abbildungsfehler

Hinweis: *Zur genauen Beurteilung der Abbildungsfehler ist eine Meßlupe oder ein Mikroskop erforderlich.*

Abbildung 5.1 *Tonnen- und kissenförmige Verzerrung*

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

Abbildung 5.2 *Kompensationsdatei geladen*

Abbildung 5.3 *Trapezförmige Verzerrung*

Fehler	Abhilfe
Trapezförmige Verzerrungen in X- und Y-Richtung	Justage der Werkstückauflage und des Galvokopfes kontrollieren (siehe Punkt 6.2, Seite 100).

Abbildung 5.4 *Fokussierfehler*

Fehler	Abhilfe
Fokussierfehler (Mittelpunkt in Ordnung, Abweichungen am Rand)	Fokusabstand des Galvokopfes kontrollieren (siehe Punkt 6.2, Seite 100).

Abbildung 5.5 *Korrekte Abbildung*

Hinweis: *Zum Testen der Abbildung ist ein Testprogramm zu erstellen (siehe VLM-Benutzerhandbuch).*

Beispieleinstellungen Testprogramm:

- Quadrat 120 mm x 120 mm (deckungsgleich mit dem maximalen Schriftfeld des Lasers)
- Schraffur 45°
- Schraffurabstand ca. 0,5 mm … 2,0 mm
- Geschwindigkeit, Strom und Frequenz sind dem zu beschriftenden Material anzupassen (z. B. für Stahl/eloxiertes Aluminium: 400 m/s, 30 A, 20 kHz)

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

Achtung: *Das Lasersystem und die Werkstückauflage müssen absolut vibrationsfrei 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 5.6 *Unregelmäßige Leistungsschwankungen*

Fehler	Abhilfe
Unregelmäßige Leistungsschwankungen	Optik auf Verschmutzungen und Einbrände kontrollieren (siehe Kapitel 4).

Abbildung 5.7 *Regelmäßige Leistungsschwankungen*

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

Abbildung 5.8 *Positionierfehler Galvokopf*

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

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

5.2 Beschriftungsfehler

5.2.1 Vektorbeschriftung

Abbildung 5.9 *Beschriftungsfehler*

Nr.	Fehler	Abhilfe
1	Kein Fehler	–
2	Verzerrungen	• Parameter und Hardware prüfen
3	Erstpuls zu stark gedämpft	• Parameter und Hardware prüfen
4	LASER-OFF-DELAY zu lang	• Parameter und Hardware prüfen
5	LASER-OFF-DELAY zu kurz	• Parameter und Hardware prüfen
6	Erstpuls zu wenig gedämpft	• Parameter und Hardware prüfen

5.2.2 Graustufenbeschriftung

Hinweis: *SHG-Modelle sind für die Graustufenbeschriftung nicht geeignet.*

Fehler	Abhilfe
Bei korrekt eingestellten Parametern wird ein schwarzes Rechteck abgebildet.	Stellung des Schalters -S4 kontrollieren (EXT.). Softwareparameter mit LCP-/MCT-Software überprüfen > E.5.1 OPTIONEN - Erstpulsunterdrückung durch Pulsunterdrükkungskarte „Deaktiviert“.

Abbildung 5.10 *Schalter -S4 Versorgungsschrank*

Abbildung 5.11 *Schalter -S4 19"-Einschub*

5.3 Not-Aus-Kreis

Achtung: *Peripheriekomponenten der Laseranlage sind außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 5.12 *Not-Aus-Relais – OK*

- Not-Aus-Kreis in Ordnung

Abbildung 5.13 *Not-Aus-Relais – Fehler 1*

- Schlüsselschalter nicht in Nullstellung.
- Kein Reset des Not-Aus-Relais durchgeführt

Abbildung 5.14 *Not-Aus-Relais – Fehler 2*

- Not-Aus-Kreis ausgelöst

5.4 Messen der Laserleistung

Achtung: *Zum Messen der Laserleistung wird ein Leistungsmeßgerät mit auf den Lasertyp abgestimmten Meßadaptern benötigt (siehe Kapitel 3). Die Betriebsanleitung des Meßgerätes ist unbedingt zu beachten!*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Achtung: *Während des Messens der Laserleistung muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage betätigen kann.*

Achtung: *Peripheriekomponenten der Laseranlage sind außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Hinweis: *Um reproduzierbare Meßergebnisse zu erhalten und ein Überhitzen des Meßkopfes zu verhindern wird empfohlen, den als Zubehör erhältlichen „Adapter Kühlung Meßkopf“ (siehe Kapitel 3) zu verwenden. 30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes sind zu beachten!*

5.4.1 Meßpunkte

Abbildung 5.15 *Laserleistung nach dem Galvokopf*

Achtung: *Die Laserleistung nach dem Galvokopf ist grundsätzlich außerhalb des Fokus zu messen, um Einbrände oder andere Beschädigungen am Meßkopf auszuschließen! Bei einer Brennweite von z. B. 160 mm maximal 60 bis 70 mm unterhalb des Schutzglases messen!*

Abbildung 5.16 *Meßpunkte Laserleistung*

Nr.	Meßpunkt
1	Galvoflansch*
2	Ausgang Umlenkeinheit
3	Ausgang Resonatormodul
4	Diodenleistung Faserende

*. Messung mit und ohne eingebaute Strahlaufweitung durchführen.

Laserquelle	Wellenlänge
IR-Laser	1024 nm
SHG-Laser	532 nm
Pumpdioden	806 nm

Achtung: *Der Diodenstrom darf nur so hoch eingestellt werden, daß die Diodenleistung am Ende der Glasfaser 30 W nicht überschreitet! Dieser Wert muß vor Fehlersuche, Einstell- oder Justagearbeiten gemessen werden oder aus dem Logbuch (Logbucheintrag) ermittelt werden. Beim Tausch von Dioden oder Fasern muß dieser Wert stets neu ermittelt werden.* ***Dieser Stromwert darf bei Einstellarbeiten keinesfalls überschritten werden! Bei Überschreiten des Stromwertes besteht Beschädigungsgefahr für das Resonatormodul!***

Hinweis: *Die Werte in der nachfolgenden Tabelle beziehen sich auf den maximalen Diodenstrom bei 30 W Ausgangsleistung vom Diodenmodul. Diese Werte sind die Mindestwerte (IR-Modelle) bzw. die Maximalwerte (SHG-Modelle), gemessen am Galvoflansch.*

Achtung: *Sollten beim* ***SHG-Modell*** *bei ca.* ***30 A*** *und* ***50 kHz*** *nicht mindestens* ***2 W*** *Laserleistung erreicht werden, ist Rücksprache mit ROFIN-SINAR zu halten.*

Lasertyp	Leistung
HP/HQ - 1064 nm bei RSM PowerLine 10E/EL	• CW HP: 10 W • CW HQ: 8,5 W
532 nm bei RSM PowerLine 12E SHG	• 50 kHz, max. 6 bis 7 W ***Achtung:*** *7 W dürfen keinesfalls überschritten werden! Gefahr der Beschädigung/Zerstörung des Resonatormoduls!*
1064 nm bei RSM PowerLine 20E/25E/30E	• CW 20E: min. 16,5 W, max. 18,5 W • CW 25E: min. 24 W, max. 25 W • CW 30E: min. 25 W, max. 27 W
532 nm bei RSM PowerLine 20E SHG	• 50 kHz, max. 12,0 bis 12,5 W ***Achtung:*** *13 W nur kurzfristig zu Einstellzwecken!*
532 nm bei RSM PowerLine 25E SHG	• 50 kHz, max. 18,0 bis 18,5 W ***Achtung:*** *19 W nur kurzfristig zu Einstellzwecken!*

5.4.2 Allgemeines

5.4.2.1 Durchführen der Messung

Achtung: *Vor der Inbetriebnahme des Lasers zu Meßzwecken ist der Meßkopf am Meßpunkt zu positionieren!*

Achtung: *Meßkopf nicht durch den eingeschalteten Laserstrahl bewegen! Gefahr des unkontrollierten Ablenkens des Laserstrahls!*

Abbildung 5.17 *Interlockschalter überbrückt*

1. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich rechts).
2. Interlockschalter (Abbildung 5.17) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

Hinweis: *Zu verwendende Überbrückungskontakte: siehe Kapitel 3.*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 67)!*

4. Meßkopf positionieren.

Achtung: *Meßgerät auf die Wellenlänge des Lasers einstellen! Betriebsanleitung des Meßgerätes beachten!*

Hinweis: *Bei Leistungsmessungen ohne Meßkopfadapter (Freihand) ist darauf zu achten, daß der Meßkopf nicht bewegt wird. Dies kann zu Fehlmessungen führen.*

Abbildung 5.18 *Interlockschalter*

5. Hauptschalter der Laseranlage einschalten.

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

6. Lasersystem einschalten.
7. Shutter öffnen.
8. Messung durchführen.
9. Shutter schließen.
10. Schlüsselschalter auf Null stellen und Hauptschalter ausschalten.
11. Meßkopf entfernen.
12. Brücke vom Interlockschalter entfernen.
13. Komponenten vollständig montieren.
14. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
15. Laseranlage in Betrieb nehmen.

5.4.2.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistung in Ordnung, Beschriftungsergebnis fehlerhaft	Fokusabstand verstellt	• Justieren
	Fokuspunkt verstellt	• Justieren
	Optische Komponente hat Eigenschaften verändert	• Weitere Leistungsmessungen durchführen
	Handlingssystem fehlerhaft	• Kontrolle durchführen • Justieren
Leistung zu schwach	Spannungs- und Stromversorgung	• HN80x kontrollieren
	Diodenmodul, Glasfaser	• Diodenleistung kontrollieren
	HF-Generator	• HF-Leistung kontrollieren • Einstellung Restpegel von Hard- oder Software • Verkabelung Restpegel kontrollieren • Sperren des Lasers überprüfen
	Laserstrahl	• Leistungsmessung Resonatormodul • Strahljustage prüfen • Optische Komponenten kontrollieren
	Kühlsystem	• Temperaturen kontrollieren • Durchfluß kontrollieren • Filter kontrollieren • Kalibrierung Motorventil kontrollieren • Kühlmittelstand kontrollieren

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungsschwankungen	Spannungs- und Stromversorgung	• HN80x kontrollieren
	Vibrationen	• Kontrolle durchführen
	Diodenmodul, Glasfaser	• Diodenleistung kontrollieren • Befestigung der Glasfaser kontrollieren
	HF-Generator	• HF-Leistung kontrollieren • Verkabelung Restpegel kontrollieren
	Heizung SHG-Modul	• Heizung SHG-Modul überprüfen (Stromfluß 170 mA im kalten Zustand, 80 - 100 mA im eingeregelten Zustand (modellabhängige Anhaltswerte); kalte Umgebung = hoher Strom, warme Umgebung = niedriger Strom)
	ALI-Karte	• ALI-Karte prüfen
	Messung	• Stabile Position des Meßkopfes kontrollieren • Einpegelzeit des Meßgerätes abwarten (30 Sekunden) • Wasserkühlung des Meßkopfes anschließen

5.4.3 Leistungsmessung am Galvoflansch

5.4.3.1 Durchführen der Messung

Abbildung 5.19 *Meßkopf komplettieren*

1. Galvokopf demontieren.
2. Aufsatz (1) (Abbildung 5.19) am Leistungsmeßkopf befestigen.
3. Fadenkreuzadapter (2) auf den Aufsatz stecken.

Hinweis: *Zu verwendende Aufsätze und Adapter: siehe Kapitel 3.*

Abbildung 5.20 *Messung am Galvoflansch*

4. Meßkopf in den Galvoflansch stekken.
5. Messung durchführen (siehe Punkt 5.4, Seite 67).

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes beachten!*

Hinweis: *Gemessene Leistung mit der nach dem Galvokopf vergleichen, um evtl. Leistungsverluste zu erkennen. Die Messung ist mit und ohne eingebaute Strahlaufweitung durchzuführen, um evtl. Leistungsverluste durch die Strahlaufweitung zu erkennen.*

Achtung: *Messung nur kurzzeitig durchführen, da bei nicht angeschlossener Wasserkühlung des Meßkopfes Schäden am Meßkopf auftreten können! Hinweise in der Betriebsanleitung des Meßgerätes beachten!*
Die Verwendung des optional erhältlichen Kühladapters (siehe Kapitel 3) wird empfohlen.

5.4.3.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungsverlust	Verschmutzung, Beschädigung Schutzglas, Fokussierlinse, Strahlaufweitung, Galvospiegel	• Reinigung, Austausch durchführen **Hinweis:** *Bei Beschädigung am Galvokopf ist der komplette Kopf zu wechseln.*
	Fehler Spannungsversorgung Galvokopf	• Spannung messen, ggf. einstellen • HN80x kontrollieren
	Defekt Galvokopf	• Funktionsprobe durchführen • Ggf. Galvokopf oder ALI-Karte Optik wechseln

5.4.4 Leistungsmessung am Ausgang der Umlenkeinheit

5.4.4.1 Durchführen der Messung

Abbildung 5.21 *Meßkopf positionieren*

1. Strahlverrohrung zwischen Umlenkeinheit und Strahlaufweitung bzw. Positionierlasergehäuse (Option) demontieren.
2. Meßkopf am Ausgang der Umlenkeinheit positionieren.
3. Messung durchführen (siehe Punkt 5.4, Seite 67).

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes beachten!*

Hinweis: *Gemessene Leistung mit der am Galvoflansch vergleichen, um evtl. Leistungsverluste durch die Strahlaufweitung bzw. den Einkoppelspiegel des Positionierlasers zu erkennen.*

5.4.4.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungsverlust	Verschmutzung Strahlaufweitung	• Reinigung durchführen
	Verschmutzung Einkoppelspiegel Positionierlaser	• Reinigung durchführen
	Defekte Beschichtung der Umlenkspiegel der Strahlumlenkung	• Komponente wechseln

5.4.5 Leistungsmessung am Ausgang des Resonatormoduls

5.4.5.1 Durchführen der Messung

Abbildung 5.22 *Anschlußstecker (-X25)*

1. Umlenkeinheit demontieren (siehe Punkt 7.2, Seite 147).
2. Umlenkeinheit auf dem Laserkopf abstellen und Anschlußstecker (-X25) wieder einstecken.

Abbildung 5.23 *Meßkopf positionieren*

3. Meßkopf am Ausgang des Resonatormoduls positionieren.

Achtung: *Fasern im Inneren des Laserkopfes nicht durch den Laserstrahl beschädigen! Ggf. Strahlschutzbleche verwenden! Der Meßkopf darf keinesfalls entfernt werden, solange der Laserstrahl eingeschaltet ist!*

4. Messung durchführen (siehe Punkt 5.4, Seite 67).

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes beachten! Meßkopf während der Messung nicht bewegen, um Fehlmessungen zu vermeiden.*

Achtung: *Ablenken des Laserstrahls durch den Shutter nicht möglich. Laseranlage im Gefahrenfall über Not-Aus stillsetzen!*

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

5.4.5.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungsverlust	Verschmutzung Umlenkspiegel	• Reinigung durchführen
	Defekte Beschichtung Umlenkspiegel	• Umlenkspiegel wechseln
	Defekt Shuttermodul	• Shuttermodul wechseln
	Defekt Resonatormodul (wenn Diodenleistung, HF/QS und Faser in Ordnung sind)	• Resonatormodul wechseln
	Fehler Restpegel Hard-/Software	• Überprüfung Resonatormodul • Einstellung HF Generator prüfen (Restpegel, Einstellung, Kabel) • Software-Einstellung prüfen

5.4.6 Messen der Diodenleistung

5.4.6.1 Durchführen der Messung

Achtung: *Peripheriekomponenten der Laseranlage sind außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

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

Abbildung 5.24 *Diodenmodul prüfen*

Positionieren des Meßkopfes direkt nach dem Diodenmodul möglich:

1. Glasfaserleitung vom Diodenmodul abklemmen.
2. Wandlerscheibe mit geeigneten Mitteln am Ausgang des Diodenmoduls fixieren (Abbildung 5.24).

Achtung: *Laseranlage keinesfalls ohne die montierte Wandlerscheibe in Betrieb nehmen! Sonst kann/können die dahinerliegende(n) Faser(n) beschädigt werden!*

3. Staubschutzkappen vom Diodenmodul und der Faser entfernen.
4. Faser mit Klebeband so fixieren, daß sie nach unten zeigt und Material unterhalb der Faser montieren, welches Laserstrahlung absorbiert.

Achtung: *Es ist auszuschließen, daß der Laserstrahl (Wellenlänge 806 nm) Personen gefährden und entzündliche Stoffe bestrahlen kann.*

Achtung: *Laserschutzbrille verwenden, die Schutz vor Wellenlängen von 532 nm/806 nm/1064 nm gewährleistet.*

5. Laseranlage mit einem Strom von ca. 10 bis 12 A in Betrieb nehmen.
6. Das Diodenmodul muß auf der Wandlerscheibe 18 Linien abbilden.
7. Diodenstrom auf 6 A absenken und Wandlerscheibe entnehmen.

Achtung: *Um Beschädigungen im Inneren des Laserkopfes durch den Laserstrahl auszuschließen, muß der Diodenstrom vor Entnahme der Wandlerscheibe auf 6 A abgesenkt werden!*

Abbildung 5.25 *Leistungsmessung Diodenmodul*

8. Leistungsmessung am Diodenmodul durchführen (siehe Punkt 5.4, Seite 67).

Achtung: *Meßkopf dabei leicht schräg halten (siehe Abbildung 5.25), um Rückreflexionen und damit Beschädigungen am Diodenmodul zu verhindern.*

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes beachten! Meßkopf während der Messung nicht bewegen, um Fehlmessungen zu vermeiden.*

9. Diodenstrom auf 6 A absenken und Meßkopf entnehmen.

Achtung: *Um Beschädigungen im Inneren des Laserkopfes durch den Laserstrahl auszuschließen, muß der Diodenstrom vor Entnahme des Meßkopfes auf 6 A abgesenkt werden!*

10. Faserende nach der Messung auf Verschmutzung prüfen, ggf. Reinigung durchführen und Faser umgehend montieren.

Abbildung 5.26 *Meßadapter Diodenleistung*

Positionieren des Meßkopfes direkt nach dem Diodenmodul nicht möglich:

1. Meßkopf des Leistungsmeßgerätes am Meßadapter für die Diodenleistung (siehe Kapitel 3) montieren.
2. Glasfaserleitung vom Resonatormodul abklemmen.
3. Glasfaserleitung an den Meßadapter anschließen.

Abbildung 5.27 *Absorber einbauen*

4. **PowerLine E/EL mit zwei Dioden/ zwei Fasern:** Absorber vor dem jeweiligen Anschluß der entfernten Glasfaser am Resonatormodul montieren, um transmittierte Reststrahlung abzuschatten.

⚠ ***Achtung:*** *Anschluß am Resonatormodul keinesfalls mit Staubschutzkappen verschließen! Gefahr der Beschädigung des Resonatormoduls!*

⚠ ***Achtung:*** *Laserschutzbrille verwenden, die Schutz vor Wellenlängen von 750 bis 900 nm (Wellenlänge der Strahlung nach der Faser) und 532 nm/ 1064 nm gewährleistet.*

5. Messung durchführen (siehe Punkt 5.4, Seite 67).
6. **PowerLine E/EL mit zwei Dioden/ zwei Fasern:** Messung an der zweiten Faser durchführen.
7. Faserende nach der Messung auf Verschmutzung prüfen, ggf. Reinigung durchführen und Faser umgehend montieren.

5.4.6.2 Auswerten der Messung

RSM PowerLine 10E/EL:

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungsverlust (gegenüber Logbucheintrag)	Nachlassende Diodenleistung	• Laserleistung über die Strombegrenzung (z. B. LCP/MCT) nachstellen ⚠ ***Achtung:*** *Die Ausgangsleistung von 30 W darf keinesfalls überschritten werden!*
	Diodenmodul oder Glasfaser defekt	Temperatur der Koppelstellen am Dioden- und am Resonatormodul prüfen (< 60 °C) **a)** Temperatur in Ordnung > Diodenmodul defekt **b)** Temperatur zu hoch > Zustand der Faserenden prüfen – Bei Verschmutzung/ Beschädigung > Faser tauschen – Faser in Ordnung > Diodenmodul tauschen
	Fehler Spannungsversorgung	• Diodenspannung kontrollieren, • HN80x kontrollieren
	Fehler Diodenstrom	• Diodenstrom messen • HN80x kontrollieren • MICO-Karte wechseln
Keine Leistung	Fehler Spannungsversorgung	• Diodenspannung kontrollieren • HN80x kontrollieren
	Fehler Diodenstrom	• Diodenstrom messen • HN80x kontrollieren • MICO-Karte wechseln
	Diodenmodul defekt	• Diodenmodul wechseln

RSM PowerLine 20E/EL:

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Leistungsverlust an einem Faserende	Nachlassende Diodenleistung	• Laserleistung über die Strombegrenzung (z. B. LCP/MCT) nachstellen
	Diodenmodul oder Glasfaser defekt	Fasern tauschen und Messung wiederholen **a)** Fehler tritt am anderen Diodenmodul auf > Glasfaser defekt **b)** Fehler tritt am selben Diodenmodul auf > Diodenmodul defekt
Leistungsverlust an beiden Faserenden	Nachlassende Diodenleistung	• Laserleistung über die Strombegrenzung (z. B. LCP/MCT) nachstellen
	Fehler Spannungsversorgung	• Diodenspannung kontrollieren • HN80x kontrollieren
	Fehler Diodenstrom	• Diodenstrom messen • HN80x kontrollieren • MICO-Karte wechseln
Keine Leistung	Fehler Spannungsversorgung	• Diodenspannung kontrollieren • HN80x kontrollieren
	Fehler Diodenstrom	• Diodenstrom messen • HN80x kontrollieren • MICO-Karte wechseln
	Diodenmodul defekt	• Diodenmodul wechseln

5.5 Messen der HF-Leistung

5.5.1 Durchführen der Messung

Achtung: *Peripheriekomponenten der Laseranlage sind außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 5.28 *HF-Leistungs- und Stehwellenmeßgerät anschließen*

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

1. HF-Leitung -X13 vom HF-Generator abklemmen und an den Anschluß „ANT“ des HF-Leistungs- und Stehwellenmeßgerätes (siehe Kapitel 3) anschließen.
2. Anschluß „TX“ des HF-Leistungs- und Stehwellenmeßgerätes und HF-Anschluß -X13 des HF-Generators mit Meßleitung verbinden.
3. Messung durchführen.

Hinweis: *Während der Messung darf kein Markierungsprogramm ausgeführt werden.*

4. System wieder komplettieren.

5.5.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
	Messung in Ordnung – Gemessener Wert liegt zwischen 12 und 15 W	–
	Zu wenig HF-Leistung – Gemessener Wert < 10 W	• Spannung an -X8 des HN80x prüfen • Einstellung des HF-Generators prüfen
	Fehler HF, keine Leistung	• Spannung an -X8 des HN80x prüfen • Einstellung des HF-Generators prüfen • MICO-Controller prüfen • ALI-Karte prüfen
	HF-Leistung in Ordnung, Rückreflexion Q-Switch	• Knickfreiheit der HF-Leitung prüfen (beschädigte Leitungen austauschen) • Verbindungskabel zwischen HF-Generator und Resonatormodul prüfen • Resonatormodul wechseln (Q-Switch defekt)

5.6 Diodenspannung messen

5.6.1 Durchführen der Messung

Achtung: *Peripheriekomponenten der Laseranlage sind außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 5.29 *Spannungsmessung beider Dioden*

1. Spannung an -X6 des HN80x prüfen.
2. **PowerLine E/EL mit einer Diode:** Spannung an der Diode messen. **PowerLine E/EL mit zwei Dioden:** 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

5.6.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Spannungsfehler	Kabel defekt	• Kabel prüfen
	Klemmstellen fehlerhaft	• Klemmstellen prüfen (Spannungsmessung an der/den Diode/n und am HN80x durchführen, maximaler Unterschied: 0,2 V)
	Fehler Spannungsversorgung	• HN80x kontrollieren
	Eine/beide Dioden defekt (Kurzschluß)	• Diodenmodul(e) wechseln
Keine Spannung	Fehler Spannungsversorgung	• HN80x kontrollieren

5.7 Diodenstrom messen

5.7.1 Durchführen der Messung

Achtung: *Peripheriekomponenten der Laseranlage sind außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 5.30 *Diodenstrom messen*

1. Diodenstrom mit Zangen-Amperemeter messen.
2. Gemessenen Stromwert mit dem programmierten Stromwert vergleichen. Die Abweichung darf maximal ±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.*

5.7.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Reduzierter Stromfluß	Fehler Spannungsversorgung	• Sollspannung vom MICO zum HN80x messen (10 V entsprechen 80 A) • HN80x kontrollieren • MICO-Karte wechseln
	Klemmstellen fehlerhaft	• Klemmstellen prüfen (Spannungsmessung an der/den Diode/n und am HN80x durchführen, maximaler Unterschied: 0,2 V)
Kein Stromfluß	Fehler Spannungsversorgung	• HN80x kontrollieren
	Kabel defekt	• Kabel prüfen
	Klemmstellen fehlerhaft	• Klemmstellen prüfen und instandsetzen

5.8 Temperaturmessung Dioden

5.8.1 Durchführen der Messung

Achtung: *Peripheriekomponenten der Laseranlage sind außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 5.31 *Temperaturmessung Diode*

1. Laseranlage für ca. zehn Minuten bei für die Anlage typischen Maximalstrom einschalten (siehe Seite 69).
2. Temperatur der Koppelstelle zwischen Diodenmodul/Resonatormodul und Glasfaser prüfen (max. 60 °C).

5.8.2 Auswerten der Messung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Temperatur zu hoch	Diodenmodul oder Glasfaser defekt	Zustand der Faserenden prüfen • Bei Verschmutzung/ Beschädigung > Faser tauschen • Faser optisch in Ordnung > Diodenmodul prüfen/ tauschen Fasern tauschen und Messung wiederholen **a)** Fehler tritt am anderen Diodenmodul auf > Glasfaser defekt **b)** Fehler tritt am selben Diodenmodul auf > Diodenmodul defekt

5.9 Neue Konfiguration laden

5.9.1 Anlage mit Bedienfeld

Abbildung 5.32 *Status-LEDs – Anzeige „OK“*

1. Nach dem Wechsel des MICO-Controllers (siehe Punkt 7.8, Seite 196) Laseranlage einschalten und Status-LEDs am MICO-Controller kontrollieren.
   – OK: Die rote LED (Abbildung 5.32) leuchtet, die grüne LED blinkt mit einer Frequenz von einem Hz.

Abbildung 5.33 *Status-LEDs – Anzeige „Fehler“*

   – Fehler: Die rote und die gelbe LED leuchten; keine LED leuchtet.

Abbildung 5.34 *Konfigurationsmodus*

2. **Im Fehlerfall:** Konfigurationsmodus aufrufen.

Abbildung 5.35 *Service*

3. Service drücken.

Abbildung 5.36 *Seite wechseln*

4. Seite 25 anwählen.

Abbildung 5.37 *„NEW CONFIGURATION“ anwählen*

5. „NEW CONFIGURATION“ mit Pfeil-nach-links-Taste anwählen.

Abbildung 5.38 *„YES“ anwählen*

6. „YES“ mit Pfeil-nach-oben-Taste anwählen.

Abbildung 5.39 *Auswahl bestätigen*

7. Auswahl mit „ENTER“ bestätigen.

Abbildung 5.40 *Startup-Modus*

8. Der Startup-Modus wird aufgerufen.

9. Status-LEDs am MICO-Controller kontrollieren.

5.9.2 Anlage ohne Bedienfeld

Abbildung 5.41 *Status-LEDs – Anzeige „OK“*

1. Nach dem Wechsel des MICO-Controllers (siehe Punkt 7.8, Seite 196) Laseranlage einschalten und Status-LEDs am MICO-Controller kontrollieren.
   – OK: Die rote LED (Abbildung 5.41) leuchtet, die grüne LED blinkt mit einer Frequenz von einem Hz.

Abbildung 5.42 *Status-LEDs – Anzeige „Fehler“*

   – Fehler: Die rote und die gelbe LED leuchten; keine LED leuchtet.

Abbildung 5.43 *Anschlußstecker -X20*

2. Anschlußstecker -X20 vom MICO-Controller abziehen.
3. Anschlußstecker -X20 über ein Kabel mit dem COM1-Anschluß des Laser-PC verbinden.

5.9.2.1 Mit MCT-Software

Abbildung 5.44 *MCT-Software starten*

1. Am Laser-PC MCT-Software aufrufen.

Abbildung 5.45 *Fehlermeldung*

Hinweis: *Das MCT hat versucht eine Verbindung aufzubauen, aber weil das Programm/die Karte noch nicht geladen/initialisiert worden ist, bekommt es keine Antwort.*
Das MCT wartet eine bestimmte Zeit (typisch 5 Sekunden), wenn bis dahin keine Rückantwort erfolgt ist, gibt es einen Time-Out.
Das Programm des MICO ist zu initialisieren (siehe Abbildung 5.46).

Abbildung 5.46 *Konfiguration starten*

2. Konfiguration mit dem Button „WRITE“ starten.

Abbildung 5.47 *Bestätigen*

3. Ende der Konfiguration bestätigen.

Abbildung 5.48 MCT-Software

4. Die MCT-Software startet.
5. Verbindungskabel von -X20 des MICO-Controllers abziehen.
6. Anschlußstecker -X20 an den MICO-Controller stecken.

5.9.2.2 Ohne MCT-Software

Abbildung 5.49 Hyperterminal

1. Am Laser-PC Hyperterminal aufrufen (Start > Programme > Zubehör > Kommunikation > Hyperterminal).
2. MICO-Verbindung aufrufen oder neue Verbindung erstellen.
3. „Q“ eingeben und mit „ENTER“ bestätigen. Die Konfiguration wird durchgeführt.
4. Verbindungskabel von -X20 des MICO-Controllers abziehen.
5. Anschlußstecker -X20 an den MICO-Controller stecken.

5.10 Neue ALI-Konfiguration laden

Abbildung 5.50 *VLM-PC-Konfiguration*

Hinweis: *Der Dialog „Neue Hardware gefunden“ wird aufrufen, wenn zwischen der alten und der neuen ALI-Karte ein großer Versionsunterschied vorliegt (z.B. Version 1 auf Version 3).*

1. Nach dem Wechsel der ALI-Karte am Laser-PC VLM-PC-Konfiguration aufrufen (VisualLaserMarker > Configuration > PC configuration).
2. ALI-Loader aufrufen.
3. Button „FlashFile“ drücken.

Abbildung 5.51 *ALI-LoaderFile auswählen*

4. Entsprechendes ALI-LoaderFile auswählen und öffnen.

Abbildung 5.52 *Installation beendet*

5. Installation des FlashFiles abwarten.

Hinweis: *Hierdurch wird das auf der ALI-Karte eventuell vorhandene Test-programm überschrieben.*

Abbildung 5.53 *Laser Interface*

6. Einstellungen im Laser Interface anpassen.

Abbildung 5.54 *Laser Communication*

7. Einstellungen in der Laser Communication anpassen.

5.11 ALI-Systemeinstellungen kontrollieren

Abbildung 5.55 *Computerverwaltung aufrufen*

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

Abbildung 5.56 *Gerätemanager*

2. Gerätemanager öffnen.
3. Unter „Multifunktionsadapter“ das Vorhandensein des ALI-Controllers prüfen.

Abbildung 5.57 *Geräteeigenschaften*

4. Geräteeigenschaften überprüfen.

6 Justagearbeiten

6.1 Überprüfung vor Justagearbeiten

Hinweis: *Vor dem Beginn von Justagearbeiten ist die Einstellung der Strahlschutzzeit in der LCP-/MCT-Software zu überprüfen und ggf. zu deaktivieren. Bei aktivierter Strahlschutzzeit wird der Laser nach Ablauf einer programmierten Zeit abgeschaltet und es wird eine Fehlermeldung ausgegeben.*

6.1.1 LaserControlPanel (LCP)

Abbildung 6.1 *LaserControlPanel*

1. PC starten und WINDOWS® hochfahren.
2. LaserControlPanel starten.

Hinweis: *Die Startzeit des LaserControlPanels beträgt ca. 15 Sekunden.*

3. Unter „Service“ Aktivierung der Strahlschutzzeit überprüfen und ggf. den Wert „Beam time protection“ deaktivieren (siehe Abbildung 6.1).

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

6.1.2 MCT-Software

Abbildung 6.2 MCT-Software

1. PC starten und WINDOWS® hochfahren.
2. MCT-Software starten.
3. Unter „Optionen“ Aktivierung der Strahlschutzzeit überprüfen (1) (Abbildung 6.2).
4. Ggf. den Wert durch Drücken des Buttons „Ändern“ deaktivieren (2).

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

6.2 Laserkopf justieren

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 6.3 Lage Werkstückauflage kontrollieren

1. Lage der Werkstückauflage mit Hilfe einer Präzisions-Wasserwaage in X- und in Y-Richtung kontrollieren.
2. Ggf. Justage durchführen.

Abbildung 6.4 *Lage Galvokopf prüfen*

3. Lage des Galvokopfes mit Hilfe einer Präzisions-Wasserwaage in X- und in Y-Richtung kontrollieren.

Abbildung 6.5 *Laserkopf justieren*

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.*

Abbildung 6.6 *Fokusabstand einstellen*

5. Fokusabstand anhand der Aufkleber auf dem Galvokopf und den Logbuchaufzeichnungen kontrollieren, ggf. nachstellen.

6.3 Laserstrahl justieren

6.3.1 Hauptlaser

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

6.3.1.1 Strahlaufweitungshalter ohne Winkeljustage

Abbildung 6.7 *Halterung für Strahlaufweitung ohne Winkeljustage*

Hinweis: *Diese Methode ist bei Laseranlagen zu verwenden, bei denen eine Halterung der Strahlaufweitung gemäß Abbildung 6.7 eingebaut ist.*

Abbildung 6.8 *Galvokopf demontieren*

1. Galvokopf demontieren, ablegen und Eintrittsöffnung mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Galvokopfes zu verhindern.
2. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich rechts).

Abbildung 6.9 *Anschlußstecker Galvokopf*

3. Anschlußstecker des Galvokopfes mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdekken, um die Gefahr von Kurzschlüssen am offenen Stecker während der Justagearbeiten auszuschließen.

Hinweis: *Vor Beginn der Justage sind der Positionierlaser und die Strahlaufweitung auf Einschüsse, Verschmutzungen etc. zu kontrollieren. Ggf. sind Komponenten zu reinigen bzw. zu ersetzen.*

Abbildung 6.10 *Strahlaufweitung ausbauen*

4. Strahlaufweitung (1) (Abbildung 6.10) inklusive Halterung (2) ausbauen.

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

5. Strahlaufweitung aus der Halterung herausschrauben.

6. Halterung wieder einbauen.

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

Abbildung 6.11 *Interlockschalter überbrückt*

7. Interlockschalter (Abbildung 6.11) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 102)!*

9. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

Abbildung 6.12 *Wandlerscheibe montieren*

Abbildung 6.13 *Justierblende montieren*

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

10. Gegenüber dem Galvoflansch eine Wandlerscheibe (siehe Kapitel 3) mit geeigneten Mitteln vor eine Fläche montieren, die Laserstrahlen absorbiert.

Achtung: *Die absorbierende Fläche darf keinesfalls aus brennbaren Materialien bestehen!*

11. Laseranlage einschalten, geringe Leistung einstellen (IR bei 7-8 W, CW; SHG bei 2 W, 50 kHz).

12. Shutter öffnen und Austritt des Haupt- und des Positionierlasers auf der Wandlerscheibe kontrollieren.

13. Shutter schließen.

14. Justierblende (1) (Abbildung 6.13) nach der Umlenkeinheit montieren.

Achtung: *Die dem Lasersystem entsprechende Justierblende verwenden (mit bzw. ohne Pilotlaser)! 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.*

Achtung: *Vorsichtiger Umgang mit den Justagemitteln ist zu gewährleisten! Beschädigte Justagemittel führen zu ungenauen Einstellergebnissen!*

Hinweis: *Zu verwendende Justagemittel: siehe Kapitel 3.*

Abbildung 6.14 *Strahljustage kontrollieren*

15. Shutter öffnen und Abbildung des Lasers auf der Wandlerscheibe kontrollieren. Abbildung 6.14 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)

Abbildung 6.15 *Strahljustage oberer Umlenkspiegel*

16. Strahljustage durch Verstellen des oberen Umlenkspiegels der Umlenkeinheit vornehmen.

- Horizontale Einstellung (1) (Abbildung 6.15)
- Vertikale Einstellung (2)

17. Shutter nach Justage schließen.

Abbildung 6.16 *Fadenkreuz montieren*

18. Justierblende (1) (siehe Abbildung 6.13, Seite 104) nach der Umlenkeinheit demontieren.

19. Fadenkreuz mit Aufnahme von innen in die Justagebohrung des Laserkopfes stecken.

Hinweis: *Auf die stets gleiche Einbaulage des Fadenkreuzes achten.*

Achtung: *Vorsichtiger Umgang mit den Justagemitteln ist zu gewährleisten! Beschädigte Justagemittel führen zu ungenauen Einstellergebnissen!*

20. Shutter öffnen und Abbildung des Lasers auf der Wandlerscheibe kontrollieren (siehe Abbildung 6.14).

Abbildung 6.17 *Strahljustage unterer Umlenkspiegel*

21. Strahljustage durch Verstellen des unteren Umlenkspiegels der Umlenkeinheit vornehmen.

– Horizontale Einstellung (1) (Abbildung 6.17)
– Vertikale Einstellung (2)

Hinweis: *Wurde die Umlenkeinheit gegen ein neueres Modell ausgetauscht, ist die Einstellung gemäß Abbildung 6.34, Seite 113, durchzuführen.*

22. Shutter nach Justage schließen.

Abbildung 6.18 *Strahljustage in Ordnung*

Hinweis: *Schritte 13 bis 22 so oft wiederholen, bis nach dem Wechsel der Einbauposition keine Abweichungen der Abbildung mehr feststellbar sind.*

23. Sind keine Abweichungen der Abbildung mehr feststellbar, ist die Justage in Ordnung (siehe Abbildung 6.18).

Abbildung 6.19 *Strahlaufweitung mit Justierblende*

24. Leistungsmessung vor der Strahlaufweitung bzw. Positionierlasergehäuse (Option) und am Galvoflansch durchführen (siehe Punkt 5.4, Seite 67).

Hinweis: *Ist ein Leistungsunterschied feststellbar, ist die Justage erneut durchzuführen. Die Komponenten noch einmal genau visuell überprüfen und ggf. zu reinigen oder zu ersetzen.*

25. Justierblende für die Strahlaufweitung (1) (Abbildung 6.19) auf die Strahlaufweitung (2) schrauben.

26. Halterung der Strahlaufweitung ausbauen, Strahlaufweitung in die Halterung schrauben und Halterung wieder einbauen.

Achtung: *Kabel, Fasern und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!*

27. Shutter öffnen und Abbildung des Lasers auf der Wandlerscheibe kontrollieren. Abbildung 6.20 zeigt Beispiele für mögliche Abbildungen:

Abbildung 6.20 *Strahljustage Strahlaufweitung*

Abbildung 6.21 *Justage Strahlaufweitung*

28. Strahlaufweitung nach dem Lösen der drei Klemmschrauben justieren und nach erfolgter Justage die drei Schrauben wieder anziehen.

Hinweis: *Beim Anziehen der Schrauben darauf achten, daß die Position der Strahlaufweitung nicht verändert wird.*

29. Shutter schließen; Anlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.

30. Strahlaufweitung samt Halterung ausbauen und Justierblende von der Strahlaufweitung abschrauben.

31. Strahlaufweitung mit Halterung wieder einbauen; auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.

Achtung: *Kabel, Fasern und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!*

Abbildung 6.22 *Interlockschalter*

32. Einstellung der Strahlaufweitung kontrollieren; ggf. auf den vor der Einstellung abgelesenen Wert einstellen und Fokuspunkt (siehe Punkt 6.3.2, Seite 119) überprüfen.

33. Leistungsmessung vor der Strahlaufweitung bzw. dem Positionierlasergehäuse (Option) und am Galvoflansch durchführen (siehe Punkt 5.4, Seite 67).

Hinweis: *Ist ein Leistungsunterschied feststellbar, ist die Justage erneut durchzuführen.*

34. Galvokopf montieren.

35. Ggf. Justage des Positionierlasers durchführen (siehe Punkt 6.3.3, Seite 122).

36. Brücke vom Interlockschalter entfernen.

37. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.

38. Laseranlage in Betrieb nehmen.

39. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmeßgerät überprüfen und eine Testbeschriftung durchführen. Meßwerte in das Logbuch eintragen.

6.3.1.2 Strahlaufweitungshalter mit Winkeljustage

Abbildung 6.23 *Halterung Strahlaufweitung mit Winkeljustage*

Hinweis: *Diese Methode ist bei Laseranlagen zu verwenden, bei denen eine Halterung der Strahlaufweitung gemäß Abbildung 6.23 eingebaut ist.*

Abbildung 6.24 *Galvokopf demontieren*

1. Galvokopf demontieren, ablegen und Eintrittsöffnung mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Galvokopfes zu verhindern.
2. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich rechts).

Abbildung 6.25 *Anschlußstecker Galvokopf*

3. Anschlußstecker des Galvokopfes mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdekken, um die Gefahr von Kurzschlüssen am offenen Stecker während der Justagearbeiten auszuschließen.

Hinweis: *Vor Beginn der Justage sind der Positionierlaser und die Strahlaufweitung auf Einschüsse, Verschmutzungen etc. zu kontrollieren. Ggf. sind Komponenten zu reinigen bzw. zu ersetzen.*

Abbildung 6.26 *Strahlverrohrung demontieren*

4. Strahlverrohrung (1) (Abbildung 6.26) demontieren.

Abbildung 6.27 *Strahlaufweitung ausbauen*

5. Strahlaufweitung (1) (Abbildung 6.27) inklusive Halterung (2) ausbauen.

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

6. Strahlaufweitung aus der Halterung herausschrauben.
7. Halterung wieder einbauen.

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

8. Interlockschalter (Abbildung 6.28) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 102)!*

10. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

Abbildung 6.28 *Interlockschalter überbrückt*

Abbildung 6.29 *Wandlerscheibe montieren*

Abbildung 6.30 *Justierblende montieren*

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

11. Gegenüber dem Galvoflansch eine Wandlerscheibe (siehe Kapitel 3) mit geeigneten Mitteln vor eine Fläche montieren, die Laserstrahlen absorbiert.

Achtung: *Die absorbierende Fläche darf keinesfalls aus brennbaren Materialien bestehen!*

12. Laseranlage einschalten, geringe Leistung einstellen (IR bei 7-8 W, CW; SHG bei 2 W, 50 kHz).

13. Shutter öffnen und Austritt des Haupt- und des Positionierlasers auf der Wandlerscheibe kontrollieren.

14. Shutter schließen.

15. Justierblende (1) (Abbildung 6.30) nach der Umlenkeinheit montieren.

Achtung: *Die dem Lasersystem entsprechende Justierblende verwenden (mit bzw. ohne Pilotlaser)! 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.*

Achtung: *Vorsichtiger Umgang mit den Justagemitteln ist zu gewährleisten! Beschädigte Justagemittel führen zu ungenauen Einstellergebnissen!*

Hinweis: *Zu verwendende Justagemittel: siehe Kapitel 3.*

Abbildung 6.31 *Strahljustage kontrollieren*

16. Shutter öffnen und Abbildung des Lasers auf der Wandlerscheibe kontrollieren. Abbildung 6.31 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)

Abbildung 6.32 *Strahljustage oberer Umlenkspiegel*

17. Strahljustage durch Verstellen des oberen Umlenkspiegels der Umlenkeinheit vornehmen.

- Horizontale Einstellung (1) (Abbildung 6.32)
- Vertikale Einstellung (2)

18. Shutter nach Justage schließen.

Abbildung 6.33 *Fadenkreuz montieren*

19. Justierblende (1) (siehe Abbildung 6.30, Seite 111) nach der Umlenkeinheit demontieren.

20. Fadenkreuz mit Aufnahme von innen in die Justagebohrung des Laserkopfes stecken.

Hinweis: *Auf die stets gleiche Einbaulage des Fadenkreuzes achten.*

Achtung: *Vorsichtiger Umgang mit den Justagemitteln ist zu gewährleisten! Beschädigte Justagemittel führen zu ungenauen Einstellergebnissen!*

21. Shutter öffnen und Abbildung des Lasers auf der Wandlerscheibe kontrollieren (siehe Abbildung 6.31).

Abbildung 6.34 *Strahljustage unterer Umlenkspiegel*

Achtung: *Während der Justage nicht in den Laserstrahl greifen!*

22. Strahljustage durch Verstellen des unteren Umlenkspiegels der Umlenkeinheit vornehmen.
- Horizontale Einstellung (1) (Abbildung 6.34)
- Vertikale Einstellung (2)

23. Shutter nach Justage schließen.

24. Fadenkreuz ausbauen und Justierblende wieder einsetzen.

Abbildung 6.35 *Strahljustage in Ordnung*

Hinweis: *Schritte 15 bis 24 so oft wiederholen, bis bei beiden Fadenkreuzen keine Abweichungen der Abbildung mehr feststellbar sind.*

25. Sind keine Abweichungen der Abbildung mehr feststellbar, ist die Justage in Ordnung (siehe Abbildung 6.35).

26. Fadenkreuz mit Aufnahme von innen in die Justagebohrung am Laserkopf stecken.

27. Einstellschrauben an der Umlenkeinheit vorsichtig kontern.

Abbildung 6.36 *Wandlerscheibe zum Laserstrahl ausrichten*

28. Gegenüber dem Galvoflansch eine Wandlerscheibe (siehe Kapitel 3) mit geeigneten Mitteln vor eine Fläche montieren, die Laserstrahlen absorbiert.

Achtung: *Die absorbierende Fläche darf keinesfalls aus brennbaren Materialien bestehen!*

29. Wandlerscheibe parallel zum Galvoflansch ausrichten.

30. Abstand der Wandlerscheibe zum Galvoflansch auf mindestens 200 bis 300 mm einrichten.

31. Shutter öffnen die Markierung auf der Wandlerscheibe bzw. das Fadenkreuz auf der Wandlerscheibe auf den Laserstrahl einrichten.

32. Wandlerscheibe in dieser Position fixieren.

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

33. Shutter schließen.

34. Grundeinstellung des Halters der Strahlaufweitung 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 6.37) lösen und den Abstand über die Stemmschrauben (2 und 3) einstellen.
- Schrauben (1) wieder handfest anziehen.

Abbildung 6.37 *Grundeinstellung Halter Strahlaufweitung*

Abbildung 6.38 *Halter Strahlaufweitung montieren*

35. Halter der Strahlaufweitung montieren.

Hinweis: *Befindet sich im Halter eine Linse zur Reduzierung der Strahldivergenz, muß diese vor der Grundeinstellung ausgebaut werden.*

Achtung: *Kabel, Fasern und Leitungen im Inneren des Laserkopfes beim Einbau nicht quetschen oder einklemmen!*

36. Schrauben (1) (Abbildung 6.38) lösen.

Abbildung 6.39 *Strahlaufweitung montieren und X-/Y-Justage*

37. Divergenz der Strahlaufweitung auf Null stellen.

38. Strahlaufweitung in den Halter schrauben.

39. Shutter öffnen und die Lage des Strahles überprüfen (Strahl mittig durch das Fadenkreuz mit Aufnahme) (siehe Abbildung 6.40). Falls der Strahl mittig ist, weiter mit Punkt 40. 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.*

40. Shutter schließen.

Abbildung 6.40 *Strahljustage Strahlaufweitung in X-/Y-Richtung*

Abbildung 6.41 *Justagetubus montieren*

41. Justagetubus am Galvoflansch montieren.

42. Fadenkreuz in den Justagetubus stecken.

43. Shutter öffnen und Strahllage prüfen.

Abbildung 6.42 *Strahllage am Galvoflansch prüfen (1)*

Hinweis: *Zur besseren Einstellung sind die beiden Fadenkreuze ohne Winkelversatz zueinander einzustellen.*

Abbildung 6.43 *Winkeleinstellung der Strahlaufweitung*

Abbildung 6.44 *Strahllage am Galvoflansch prüfen (2)*

Abbildung 6.45 *Strahllage am Galvoflansch prüfen (3)*

44. Schrauben (1) (Abbildung 6.43) lösen und Winkelverstellung der Strahlaufweitung über die Schrauben (2) in horizontaler Richtung und (3) in vertikaler Richtung vornehmen.

45. Schrauben (1) nach Einstellung handfest anziehen und Schrauben (2 und 3) vorsichtig kontern.

46. Shutter öffnen und die Lage des Strahles überprüfen (Strahl mittig durch das Fadenkreuz mit Aufnahme) (siehe Abbildung 6.40). Falls der Strahl außermittig ist, nach dem Lösen der Schrauben (1) (Abbildung 6.39, Seite 115) die Strahlaufweitung in X- und Y-Richtung so verschieben, daß der Strahl mittig durch das Fadenkreuz trifft. Danach die Schrauben (1) vorsichtig festziehen.

47. Shutter schließen.

48. Punkte 44 bis 47 so oft wiederholen, bis die Mittigkeit des Laserstrahls durch die Justageblende der Strahlaufweitung (X-/Y-Einstellung) und die Winkeleinstellung korrekt sind.

49. Shutter öffnen und die Lage des Strahles überprüfen. Dazu das Fadenkreuz im Justagetubus um 45° verdrehen. Sind die abgebildeten Kreuze deckungsgleich (siehe Abbildung 6.45, unten), ist die Justage in Ordnung (dann weiter mit Punkt 51).

50. Justagetubus entfernen.

51. Nach erfolgter Justage ist der Galvokopf ist zu montieren und mit dem Galvokabel zu verbinden.

Achtung: *Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

Abbildung 6.46 *Interlockschalter*

52. Hauptschalter einschalten, System starten und Stromwert so einstellen, daß ca. 6 bis 7 Watt Laserleistung erreicht werden.

53. Dann ist die VLM-Software zu starten und mit dem Symbol „Hardware initialisieren“ sind die Galvospiegel in eine definierte Ausgangslage zu bringen.

54. Die mittige und zentrierte Abbildung der Justierblende ist bei ca. 1/3 der am Galvokopf angegebenen Fokuslänge zu prüfen.

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

55. Einstellung der Strahlaufweitung kontrollieren; ggf. auf den vor der Einstellung abgelesenen Wert einstellen und Fokuspunkt (siehe Punkt 6.3.2, Seite 119) überprüfen..

56. Leistungsmessung vor der Strahlaufweitung bzw. dem Positionierlasergehäuse (Option) und am Galvoflansch durchführen (siehe Punkt 5.4, Seite 67).

Hinweis: *Ist ein Leistungsunterschied feststellbar, ist die Justage erneut durchzuführen.*

57. Strahlverrohrung und Faltenbalge wieder montieren.

58. Ggf. Justage des Positionierlasers durchführen (siehe Punkt 6.3.3, Seite 122).

59. Laseranlage ausschalten.

60. Brücke vom Interlockschalter entfernen.

61. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.

62. Laseranlage in Betrieb nehmen.

63. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmeßgerät überprüfen und eine Testbeschriftung durchführen. Meßwerte in das Logbuch eintragen.

6.3.2 Fokuspunkt

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Achtung: *Zum Verstellen des Fokuspunktes darf der Abstand zwischen Galvokopf und Werkstück nicht verändert werden, da sich sonst die Feldgröße verschiebt!*

Abbildung 6.47 *Interlockschalter überbrückt*

1. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich rechts).
2. Interlockschalter (Abbildung 6.47) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 119)!*

4. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

Abbildung 6.48 *Fokuseinstellung kontrollieren*

Abbildung 6.49 *Fokuspunkt einstellen*

5. Unter dem Galvokopf Material (eloxiertes Blech, beschichtetes Papier) legen.
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. 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) (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 6.49) verändern.

Hinweis: *Fokus nur mit der Strahlaufweitung verändern. Sollte es nicht möglich sein, ist Rücksprache mit dem ROFIN-Service zu halten. Keinesfalls den Abstand zwischen Galvokopf und Werkstück verändern, da sich sonst die Feldgeometrie ändert und eine neue Feldkorrektur notwendig wird!*

12. Material unter dem Galvokopf verschieben, Shutter öffnen und Programm ablaufen lassen.
13. Abgebildetes Kreuz prüfen.

Hinweis: *Schritte 7 bis 13 sooft wiederholen, bis der Fokuspunkt korrekt eingestellt ist.*

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

Abbildung 6.50 *Interlockschalter*

15. Brücke vom Interlockschalter entfernen.

16. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.

17. Laseranlage in Betrieb nehmen.

6.3.3 Positionierlaser[1]

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 6.51 *Interlockschalter überbrückt*

1. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich rechts).
2. Interlockschalter (Abbildung 6.51) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 122)!*

4. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

1. Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp

Abbildung 6.52 *Justage des Positionierlasers kontrollieren*

Abbildung 6.53 *Justage Positionierlaser*

Abbildung 6.54 *Interlockschalter*

5. Unter dem Galvokopf Material (eloxiertes Blech, beschichtetes Papier) im Fokus mit Klebeband fixieren.
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.
11. Position des Positionierlasers zum abgebildeten Kreuz kontrollieren. Abbildung 6.52 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.
13. Positionierlaser über die drei Stellschrauben auf den Mittelpunkt des markierten Fadenkreuzes einstellen (Abbildung 6.53).
14. Gehäuse des Positionierlasers schließen.
15. Brücke vom Interlockschalter entfernen.
16. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
17. Laseranlage in Betrieb nehmen.

6.4 Strahlabschwächer[1] justieren

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 6.55 *Interlockschalter überbrückt*

1. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich rechts).
2. Interlockschalter (Abbildung 6.51) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 122)!*

4. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

1. Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp

Abbildung 6.56 *Strahlabschwächer*

5. Klemmschraube (1) (Abbildung 6.56) lösen.
6. Laseranlage einschalten.
7. Shutter öffnen und Leistungsmessung durchführen.

Abbildung 6.57 *Einstellhebel*

8. Erforderliche Laserleistung bei spezifiziertem Strom und Frequenz durch Verstellen des Strahlabschwächers am Hebel (1) (Abbildung 6.57) einstellen.
9. Nach erfolgter Einstellung Strahlabschwächer wieder klemmen.
10. Shutter schließen.
11. Laseranlage ausschalten.

Abbildung 6.58 *Interlockschalter*

12. Brücke vom Interlockschalter entfernen.
13. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
14. Laseranlage in Betrieb nehmen.

6.5 Interne Leistungsmessung justieren

1. Laserleistung nach der Umlenkeinheit messen (siehe Punkt 5.4.4, Seite 75).

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes sind zu beachten! Meßkopf während der Messung nicht bewegen, um Fehlmessungen zu vermeiden.*

2. Shutter schließen, gleiche Parameter wie unter Punkt 1 verwenden, Laserstrahl einschalten und Leistungsanzeige des internen Meßkopfes ablesen.
3. Bei Abweichung Anzeige in der LCP-/MCT-Software anpassen.

7 Reparaturarbeiten

Hinweis: *Das Kapitel „Wartungsplan“ im RSM PowerLine E/EL (IR und SHG)-Bedienerhandbuch ist ebenfalls zu beachten. Die benötigten Hilfsmittel sind im Kapitel 3 dieses Reparaturhandbuches und im Kapitel „Ersatz- und Verschleißteile“ des RSM PowerLine E/EL (IR und SHG)-Bedienerhandbuches aufgelistet.*

7.1 Wechsel der optischen Komponenten

Achtung: *Beim Wechsel der optischen Komponenten ist darauf zu achten, daß die Oberflächen der neuen Komponenten stets fett- und staubfrei sind.*

7.1.1 Galvokopf

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Hinweis: *Benötigte Ersatzteile des Galvokopfes sind einzeln bei ROFIN-SINAR zu bestellen. Zum Einhalten der Feldgeometrie/-entzerrung nach dem Wechsel des Galvokopfes und/oder der Fokussieroptik wird empfohlen, die neuen Komponenten mit einer von ROFIN-SINAR erstellten Kompensationsdatei zu bestellen.*

7.1.1.1 Galvokopf mit Schutzglasschieber

Abbildung 7.1 *Anschlußstecker Galvokopf*

1. Anschlußstecker des Galvokopfes (1) (Abbildung 7.1) lösen und abziehen.

Achtung: *Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

Abbildung 7.2 *Galvokopf demontieren*

2. Befestigungsschrauben (1) (Abbildung 7.2) lösen.
3. Galvokopf abziehen.

Abbildung 7.3 *Eintrittsöffnung abdecken*

4. Eintrittsöffnung mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Galvokopfes zu verhindern.
5. Austrittsöffnung des Laserstrahls am Laserkopf mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Laserkopfes zu verhindern.

Abbildung 7.4 *Schutzglas herausziehen*

6. Schutzglas (1) (Abbildung 7.4) herausziehen.

Achtung: *Darauf achten, daß das Schutzglas nicht herausfällt.*

Hinweis: *Ist das Schutzglas beschädigt, ist dieses auszutauschen (siehe Punkt 7.1.2, Seite 141).*

Hinweis: *Alle Teile sind für den Wiedereinbau mit geeigneten Mitteln zu kennzeichnen.*

Abbildung 7.5 *Führungsplatte abbauen*

7. Schrauben (Abbildung 7.5) der Führungsplatte für das Schutzglas lösen.

Abbildung 7.6 *Fokussieroptik entfernen*

8. Die Fokussieroptik (1) (Abbildung 7.6) herausdrehen.

Abbildung 7.7 *Abstandsring entnehmen*

9. Abstandsring (1) (Abbildung 7.7) entnehmen.

Abbildung 7.8 *Optikhalterung ausbauen*

10. Vier Befestigungsschrauben (Abbildung 7.8) der Optikhalterung lösen und Halterung entnehmen.

Abbildung 7.9 *Reinigungszustand prüfen*

11. Reinigungszustand der Umlenkspiegel (Abbildung 7.9) prüfen.

12. Ggf. Reinigung (siehe Punkt 4.1, Seite 38) durchführen.

13. Galvokopf in umgekehrter Reihenfolge montieren.

Hinweis: *Bei der Montage des Galvokopfes ist auf die korrekte Lage des Abstandsringes (siehe Abbildung 7.7) zu achten.*

14. Klebebänder vom Galvokopf und vom Laserkopf wieder entfernen.

15. Galvokopf wieder am Laser montieren.

16. Meßadapter (siehe Kapitel 3) zwischen Galvokopf und Anschlußkabel montieren.

Achtung: *Meßadapter bzw. Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

17. Laseranlage in Betrieb nehmen.

18. Spannungsmessung (+15,5 V) durchführen.

Abbildung 7.10 *Betriebsspannung einstellen (1)*

Abbildung 7.11 *Betriebsspannung einstellen (2) (Versorgungsschrank)*

19. Betriebsspannung (+15,5 V) mit kleinem Schraubendreher am HN80x einstellen. Einstellgenauigkeit: ±0,2 V.

Abbildung 7.12 *Betriebsspannung einstellen (2) (19"-Einschub)*

Hinweis: *Die Lage der Potentiometer am Netzteil HN80x ist analog Abbildung 7.11.*

Abbildung 7.13 *Betriebsspannung einstellen (3)*

20. Spannungsmessung (-15.5 V) durchführen.

Hinweis: *Die Anzeige des Minus-Wertes kann einen Offset zum eingestellten Plus-Wert besitzen.*

21. Laseranlage ausschalten.

22. Meßadapter abbauen.

Achtung: *Meßadapter bzw. Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

23. Laseranlage in Betrieb nehmen.

24. Fokuspunkt des Lasers prüfen und ggf. justieren (siehe Punkt 6.3.2, Seite 119).

25. Feldgeometrie/-entzerrung prüfen und ggf. neue Kompensationsdatei laden.

7.1.1.2 Galvokopf mit in die Optik eingeschraubtem Schutzglas

Abbildung 7.14 *Anschlußstecker Galvokopf*

1. Anschlußstecker des Galvokopfes (1) (Abbildung 7.14) lösen und abziehen.

⚠ ***Achtung:*** *Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

Abbildung 7.15 *Galvokopf demontieren*

2. Beide Befestigungsschrauben (1) (Abbildung 7.15) lösen.
3. Galvokopf abziehen.

Abbildung 7.16 *Eintrittsöffnung abdecken*

4. Eintrittsöffnung mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Galvokopfes zu verhindern.
5. Austrittsöffnung des Laserstrahls am Laserkopf mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Laserkopfes zu verhindern.

Abbildung 7.17 *Fokussieroptik entfernen*

6. Die Fokussieroptik (1) (Abbildung 7.17) herausdrehen.

Hinweis: *Dabei auf eventuell vorhandenen Alu-Abstandsring achten.*

Abbildung 7.18 *Schutzglas abschrauben*

7. Schutzglas (1) (Abbildung 7.18) von der Fokussieroptik abschrauben.

Hinweis: *Ist das Schutzglas beschädigt, ist es auszutauschen.*

Hinweis: *Alle Teile sind für den Wiedereinbau mit geeigneten Mitteln zu kennzeichnen.*

Abbildung 7.19 *Fokussieroptik ablegen und Schutzdeckel aufstecken*

Wenn sich das Schutzglas nicht abschrauben läßt:

a) Fokussieroptik mit dem Schutzglas nach unten auf einer Moosgummiunterlage (z. B. ein umgedrehtes Mousepad) ablegen.

Achtung: *Die Unterlage muß absolut frei von Fremdkörpern sein, um das Schutzglas nicht zu beschädigen.*

b) Schutzdeckel (1) (Abbildung 7.19) an der Rückseite der Fokussieroptik aufstecken.

Abbildung 7.20 *Blockiertes Schutzglas abschrauben*

c) Axialen Druck (1) auf die Fokussieroptik ausüben und das Schutzglas abschrauben (2).

Abbildung 7.21 *Schutzglas montieren (1)*

8. Reinigung der einzelnen Komponenten durchführen (siehe Seite 37).

Achtung: *Darauf achten, daß die Reinigungsflüssigkeit nicht in das Innere der Linse gelangt. In einem solchen Fall muß die Optik zur Innenreinigung an ROFIN-SINAR gesendet werden.*

9. Vor der Montage des Schutzglases ist das Gewinde der Fokussieroptik an vier Stellen mit Hochvakuumfett versehen, um das Blockieren des Schutzglases zu verhindern.

Achtung: *Fett äußerst sparsam auftragen, um ein Verschmutzen der Fokussieroptik und des Schutzglases auszuschließen.*

Abbildung 7.22 *Schutzglas montieren (2)*

10. Schutzglas in den Führungsring einlegen.

Hinweis: *Schutzglas beim Einlegen nicht verschmutzen! Auf korrekte Lage des Schutzglases im Führungsring achten!*

Abbildung 7.23 *Schutzglas montieren (3)*

11. Schutzglas an die Fokussieroptik schrauben.

Hinweis: *Zur Kontrolle des korrekten Sitzes des Schutzglases ist darauf zu achten, daß kein Spalt zwischen Schutzglas und F-Theta Objektiv besteht. Fokussieroptik vorsichtig „schütteln“. Bei eventuellen „Klappergeräuschen“ ist das Schutzglas noch locker.*

Abbildung 7.24 *Fokussieroptik ablegen*

12. Schutzkappen an die Fokussieroptik anbringen und die Fokussieroptik ablegen.

Abbildung 7.25 *Reinigungszustand der Umlenkspiegel prüfen*

13. Reinigungszustand der Umlenkspiegel (Abbildung 7.25) kontrollieren. Ggf. reinigen (siehe Seite 37).

Abbildung 7.26 *Fokussieroptik montieren (1)*

14. Vor der Montage der Fokussieroptik an den Galvokopf ist das Gewinde der Fokussieroptik an vier Stellen mit Hochvakuumfett versehen, um das Blockieren der Fokussieroptik zu verhindern.

Achtung: *Fett äußerst sparsam auftragen, um ein Verschmutzen der Fokussieroptik und des Inneren des Galvokopfes auszuschließen.*

Abbildung 7.27 *Fokussieroptik montieren (2)*

15. Fokussieroptik wieder in den Galvokopf einschrauben.

Hinweis: *Dabei den eventuell vorhandenen Alu-Abstandsring wieder einsetzen.*

16. Klebebänder vom Galvokopf und vom Laserkopf wieder entfernen.

17. Galvokopf wieder am Laser montieren und anschließen.

Abbildung 7.28 *Schutzabdeckung Fokussieroptik*

Achtung: *Vor Inbetriebnahme der Laseranlage prüfen, daß die Schutzabdeckung der Fokussieroptik (Abbildung 7.28) entfernt wurde. Beim Einschalten der Laseranlage mit montierter Schutzabdeckung wird diese beschädigt bzw. zerstört!*

Abbildung 7.29 *Betriebsspannung einstellen (1)*

18. Meßadapter (siehe Kapitel 3) zwischen Galvokopf und Anschlußkabel montieren.

Achtung: *Meßadapter bzw. Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

19. Laseranlage in Betrieb nehmen.

20. Spannungsmessung (+15,5 V) durchführen.

Abbildung 7.30 *Betriebsspannung einstellen (2) (Versorgungsschrank)*

21. Betriebsspannung (+15,5 V) mit kleinem Schraubendreher am HN80x einstellen. Einstellgenauigkeit: ±0,2 V.

Abbildung 7.31 *Betriebsspannung einstellen (2) (19"-Einschub)*

Hinweis: *Die Lage der Potentiometer am Netzteil HN80x ist analog Abbildung 7.30.*

Abbildung 7.32 *Betriebsspannung einstellen (3)*

22. Spannungsmessung (-15.5 V) durchführen.

Hinweis: *Die Anzeige des Minus-Wertes kann einen Offset zum eingestellten Plus-Wert besitzen.*

23. Laseranlage ausschalten.

24. Meßadapter abbauen.

Achtung: *Meßadapter bzw. Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

25. Laseranlage in Betrieb nehmen.

26. Fokuspunkt des Lasers prüfen und ggf. justieren (siehe Punkt 6.3.2, Seite 119).

27. Feldgeometrie/-entzerrung prüfen und ggf. neue Kompensationsdatei laden.

7.1.2 Schutzglas

7.1.2.1 Galvokopf mit Schutzglasschieber

1. Die Schutzglasfassung aus dem Schutzglasschieber ziehen.
2. Schutzglas entsprechend seiner Befestigung lösen und entnehmen.
3. Neues Schutzglas einlegen und befestigen.
4. Schutzglasfassung in den Schutzglasschieber schieben.

Hinweis: *Beim Wechsel des Schutzglases ist auf den seitenrichtigen Einbau des neuen Schutzglases zu achten.*

7.1.2.2 Galvokopf mit in die Optik eingeschraubtem Schutzglas

1. Galvokopf demontieren.
2. Fokussieroptik aus den Galvokopf herausschrauben.
3. Schutzglas von der Fokussieroptik abschrauben.

Hinweis: *Wenn sich das Schutzglas nicht abschrauben läßt:* *siehe Seite 136.*

4. Neues Schutzglas einlegen und an die Fokussieroptik schrauben.
5. Fokussieroptik an den Galvokopf schrauben.
6. Galvokopf montieren.

7.1.3 Strahlaufweitung

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 7.33 *Strahlaufweitung ausbauen*

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Strahlaufweitung (1) (Abbildung 7.33) inklusive Halterung (2) ausbauen.
3. Strahlaufweitung aus der Halterung herausschrauben.
4. Neue Strahlaufweitung in die Halterung schrauben.
5. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen (siehe Punkt 6.3.1, Seite 102).
6. Strahlaufweitung mit Halterung wieder einbauen; auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.

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

7. Fokuspunkt des Lasers prüfen und ggf. justieren (siehe Punkt 6.3.2, Seite 119).
8. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
9. Laseranlage in Betrieb nehmen.

7.1.4 Umlenkspiegel

7.1.4.1 Umlenkeinheit

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 7.34 *Abdeckung Umlenkeinheit*

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Sieben Befestigungsschrauben der Abdeckung der Umlenkeinheit lösen.
3. Abdeckung abnehmen.
4. Einbaulage des Spiegels notieren.

Hinweis: *An der Spiegelseite befindet sich ein Pfeil, der anzeigt, an welcher Seite sich die Beschichtung befindet. Die Beschichtung muß immer zum Laserstrahl weisen.*

Abbildung 7.35 *Umlenkspiegel ausbauen*

Umlenkeinheit mit Einstellschrauben an der Deckelseite

5. Umlenkspiegel (1) (Abbildung 7.35) herausschrauben und auf einer sauberen Unterlage ablegen.

Achtung: *Zum Herausschrauben der Umlenkspiegel kein Werkzeug verwenden! Gefahr der Beschädigung der Umlenkspiegel!*

Abbildung 7.36 *Oberen Umlenkspiegel ausbauen*

Umlenkeinheit mit Einstellschrauben an der Strahlaustrittsseite

a) Oberen Umlenkspiegel (1) (Abbildung 7.36) herausschrauben und auf einer sauberen Unterlage ablegen.

Achtung: *Zum Herausschrauben des Umlenkspiegels kein Werkzeug verwenden! Gefahr der Beschädigung des Umlenkspiegels!*

Abbildung 7.37 *Unteren Umlenkspiegel ausbauen (1)*

b) Halteblock (1) (Abbildung 7.37) des unteren Umlenkspiegels nach dem Lösen der beiden Befestigungsschrauben (2) demontieren.

Abbildung 7.38 *Unteren Umlenkspiegel ausbauen (2)*

c) Unteren Umlenkspiegel (1) (Abbildung 7.38) aus dem Halteblock herausschrauben und auf einer sauberen Unterlage ablegen.

Achtung: *Zum Herausschrauben des Umlenkspiegels kein Werkzeug verwenden! Gefahr der Beschädigung des Umlenkspiegels!*

Hinweis: *Nach dem Reinigen des Spiegels und dem Wiedereinsetzen ist der Halteblock gegen zwei Fräskanten zu drücken und die Schrauben sind wieder festzuziehen.*

Abbildung 7.39 *Linse zum Meßkopf bzw. zum Absorber*

6. Shutterspiegel vorsichtig zurückschwenken, um die Linse zum Meßkopf bzw. zum Absorber erreichen zu können.

7. Linse herausschrauben und auf einer sauberen Unterlage ablegen.

Hinweis: *Ggf. sind zum Ausbau der Linse die komplette Umlenkeinheit und das Shuttermodul zu demontieren (siehe Punkt 7.2, Seite 147).*

8. Ggf. Reinigung der Umlenkspiegel, der Linse und des Shutterspiegels durchführen.

9. Umlenkspiegel und Linse wieder einbauen, Abdeckung der Umlenkeinheit montieren.

Hinweis: *An der Spiegelseite befindet sich ein Pfeil, der anzeigt, an welcher Seite sich die Beschichtung befindet. Die Beschichtung muß immer zum Laserstrahl weisen.*

10. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen (siehe Punkt 6.3.1, Seite 102).

11. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.

12. Laseranlage in Betrieb nehmen.

13. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmeßgerät überprüfen und eine Testbeschriftung durchführen. Meßwerte in das Logbuch eintragen.

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes beachten!*

7.1.4.2 Positionierlaser[1]

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 7.40 *Strahlverrohrung demontieren*

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Strahlverrohrung (1) (Abbildung 7.40) des Laserkopfes ausbauen.

Abbildung 7.41 *Gehäuse Positionierlaser*

3. Vier Befestigungsschrauben der Abdeckung des Positionierlasers lösen.
4. Abdeckung abnehmen.
5. Einkoppelspiegel (1) (Abbildung 7.41) ausbauen.
6. Ggf. Reinigung des Einkoppelspiegels durchführen.
7. Das Innere des Positionierlasergehäuses reinigen.
8. Einkoppelspiegel wieder einbauen.
9. Strahlverrohrung einbauen und auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.
10. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen (siehe Punkt 6.3.3, Seite 122).
11. Abdeckung des Positionierlasergehäuses montieren.
12. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
13. Laseranlage in Betrieb nehmen.

1. Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp

7.2 Wechsel des Shuttermoduls

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Hinweis: *Nach erfolgtem Wechsel des Shuttermoduls ist die Justage des Laserstrahls zu kontrollieren.*

Abbildung 7.42 *Anschlußstecker Shuttermodul*

1. Beide seitliche Abdeckungen des Laserkopfes öffnen.
2. Anschlußstecker (-X25) des Shuttermoduls (1) (Abbildung 7.42) an der Diodenseite des Laserkopfes lösen.

Achtung: *Bei der notwendigen Verwendung von Werkzeug keine Gewalt anwenden! Anschlußstecker nicht beschädigen!*

Abbildung 7.43 *Strahlverrohrung demontieren*

3. Strahlverrohrung (1) (Abbildung 7.43) auf der Resonatorseite des Laserkopfes ausbauen.

Abbildung 7.44 *Befestigungsschrauben Umlenkeinheit*

4. Drei Befestigungsschrauben der Umlenkeinheit lösen.
5. Umlenkeinheit nach vorn von den Paßstiften abziehen und herausnehmen.

Abbildung 7.45 *Strahlenausgang Resonatormodul*

6. Faltenbalg vom Resonatormodul abnehmen.
7. Strahlenausgang des Resonatormoduls mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen auf dem antireflexbeschichtetem Austrittsfenster des Resonatormoduls zu verhindern.

Abbildung 7.46 *Abdeckung Umlenkeinheit*

8. Umlenkeinheit auf einer sauberen Unterlage ablegen.

⚠ ***Achtung:*** *Keinen Druck auf die Umlenkeinheit ausüben, um den Stecker an der Unterseite der Umlenkeinheit nicht zu beschädigen.*

9. Sieben Befestigungsschrauben der Abdeckung der Umlenkeinheit lösen.
10. Abdeckung abnehmen.

Abbildung 7.47 *Shuttermodul lösen*

11. Vier Befestigungsschrauben des Shuttermoduls lösen.

Abbildung 7.48 *Shuttermodul ausbauen*

12. Shuttermodul ausbauen.

Abbildung 7.49 *Umlenkspiegel/Linse vor der internen Leistungsmessung bzw. Absorber*

13. Reinigungszustand der Umlenkspiegel (1 und 2) (Abbildung 7.49) und der Linse vor der internen Leistungsmessung bzw. vor dem Absorber (3) in der Umlenkeinheit prüfen. Ggf. Reinigung durchführen.

Hinweis: *Zum Ausbau des Umlenkspiegels (1) muß dessen Halterung nach dem Lösen der beiden Befestigungsschrauben demontiert werden.*

Abbildung 7.50 *Shuttermodul einsetzen*

Hinweis: *Vor dem Einbau Reinigungszustand des Shutterspiegels kontrollieren, ggf. Reinigung durchführen.*

14. Neues Shuttermodul in die Umlenkeinheit einsetzen und festschrauben.

15. Abdeckung der Umlenkeinheit montieren.

Abbildung 7.51 *Umlenkeinheit einbauen*

16. Klebeband vom Strahlenausgang des Resonatormoduls entfernen.

17. Faltenbalg zwischen Umlenkeinheit und Resonatormodul einsetzen, Umlenkeinheit auf die Paßstifte aufsetzen und auf die korrekte Lage des Faltenbalges achten.

18. Umlenkeinheit festschrauben; anschließend Anschlußstecker (-X25) des Shuttermoduls an der Diodenseite des Laserkopfes einstecken und festschrauben.

Achtung: *Anschlußstecker nur von Hand festziehen, um evtl. Beschädigungen am Gewinde durch Werkzeugeinsatz zu verhindern!*

Abbildung 7.52 *Strahlverrohrung einbauen*

19. Justage des Laserstrahls kontrollieren (siehe Punkt 6.3, Seite 102).

20. Strahlverrohrung (1) (Abbildung 7.52) auf der Resonatorseite des Laserkopfes einbauen und auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.

21. Beide seitliche Abdeckungen des Laserkopfes montieren.

22. Laseranlage in Betrieb nehmen.

7.3 Wechsel des Resonatormoduls

Hinweis: *Nachfolgend wird der Wechsel des Resonatormoduls bei IR-Modellen beschrieben. Bei SHG-Modellen sind die gesonderten Hinweise im Kapitel 8 zu beachten.*

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Hinweis: *Das Resonatormodul ist als komplette Einheit zu wechseln. Reparaturarbeiten im Inneren des Resonatormoduls können nur von ROFIN-SINAR durchgeführt werden. Bei Nichtbeachtung erlischt die Gewährleistung.*

Hinweis: *Nach erfolgtem Wechsel des Resonatormoduls ist die Justage des Laserstrahls zu kontrollieren!*

Abbildung 7.53 *Resonatormodul*

1. Beide seitliche Abdeckungen des Laserkopfes öffnen.
2. Stark saugfähiges Papier (z. B. Küchenkrepp) unterhalb des Resonatormoduls einschieben, um evtl. austretendes Kühlwasser aufzusaugen.

Abbildung 7.54 *Befestigungsschrauben lösen*

3. Zwei Befestigungsschrauben lösen.
4. Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) über den Schraubenlöchern anbringen, um das Herausfallen der Schrauben beim Ausbauen zu verhindern.

Abbildung 7.55 *Resonatormodul abklemmen*

5. Glasfaserleitung(en) nach vorherigem Lösen der Überwurfmutter **langsam abziehen**, da durch den sonst entstehenden Unterdruck Staubpartikel auf die optischen Flächen gelangen.

Achtung: *Dabei kein Werkzeug verwenden! Beschädigungsgefahr!*

Hinweis: *Beim PowerLine E/EL mit zwei Dioden, der zwei Glasfaserleitungen besitzt, ist zu kennzeichnen, an welchem Anschluß die jeweilige Glasfaser angeschlossen war. Dadurch wird ein Verwechseln ausgeschlossen, das zu Fehlfunktionen führen kann.*

6. Staubschutzkappen auf die Glasfaser(n) und die Anschlüsse am Resonatormodul (1) (Abbildung 7.55) anbringen.

Abbildung 7.56 *Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken*

Hinweis: *Ein Beutel mit Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken befindet sich an der Diodenseite des Laserkopfes (Abbildung 7.56). Den Beutel mit den Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken nach Beenden der Arbeiten wieder dort befestigen.*

7. SMA-Stecker HF-Leitung (2) (Abbildung 7.55) und SMB-Stecker Q-Switch Interlock-Leitung (3) abklemmen.

Abbildung 7.57 *Resonatormodul lösen*

Achtung: *Bei Anlagen, bei denen der Kühler **oberhalb** des Laserkopfes eingebaut ist, sind vorher Maßnahmen zu treffen, daß am Laserkopf der Wasserkreislauf (z. B. durch Einbau entsprechender Edelstahlventile etc.) unterbrochen wird, um das Nachfließen von Kühlwasser auszuschließen.*

8. Die restlichen beiden Befestigungsschrauben des Resonatormoduls lösen. Resonatormodul 1 bis 2 mm schräg nach hinten kippen, damit das Modul belüftet wird (es entsteht ein „saugendes“ Geräusch).

Hinweis: *Resonatormodul dabei festhalten, um ein Herauskippen und damit unkontrollierten Kühlwasseraustritt zu verhindern.*

Abbildung 7.58 *Resonatormodul ausbauen*

9. Resonatormodul von den Paßstiften ziehen und anschließend wie in Abbildung 7.58 dargestellt herauskippen, um den Austritt von im Resonatormodul verbliebenem Kühlwasser zu verhindern. Dabei auch die Befestigungsschrauben gegen Herausfallen sichern.

Hinweis: *Eventuell ausgetretenes Kühlwasser mit stark saugfähigem Papier (z. B. Küchenkrepp) beseitigen. Dabei ist auch die Diodenseite des Laserkopfes auf ausgetretenes Kühlwasser zu kontrollieren.*

Abbildung 7.59 *O-Ringe*

10. O-Ringe (1) (Abbildung 7.59) entfernen.

Abbildung 7.60 *Strahlenausgang Resonatormodul*

11. Strahlenausgang des Resonatormoduls mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen auf dem antireflexbeschichtetem Austrittsfenster des Resonatormoduls zu verhindern.

Abbildung 7.61 *Kühlwasserleitung ausblasen*

12. Kühlwasserleitung mit Hilfe gereinigter, ölfreier Druckluft (**1 - 2 bar**), Druckluft aus der Dose oder Stickstoff (N_2) (**1 - 2 bar**) ausblasen. Im Resonatormodul verbliebenes Kühlwasser kann zu Korrosion oder z. B. während des Transports bei Frostwetter zu Beschädigungen führen.

⚠ ***Achtung:*** *Erstickungsgefahr bei zu hoher Stickstoffkonzentration in der Umgebungsluft! Die zulässigen Grenzwerte dürfen keinesfalls überschritten werden!*

Abbildung 7.62 *Kühlwasseranschluß verschließen*

13. Kühlwasseranschluß mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen im Inneren des Resonatormoduls zu verhindern.

Abbildung 7.63 *Resonatormodul einsetzen*

14. Neue O-Ringe (mit neuem Resonatormodul mitgeliefert) in die Kühlwasseranschlüsse im Laserkopf einsetzen.

Achtung: *Verschmutzungen der „O-Ring-Sitze“/“O-Ring-Vertiefungen“ und der O-Ringe selbst sind zu vermeiden. Auf korrekten Sitz der O-Ringe ist zu achten.*

Achtung: *Vor dem Einbau des Resonatormoduls kontrollieren, daß sämtliche Klebebänder (Strahlaustritt, Kühlwassereintritt) wieder entfernt wurden. Bei Nichtbeachten können schwere Schäden am Laser auftreten (Brandgefahr, gestörter Kühlwasserdurchfluß).*

Achtung: *Beim Einbau der neuen Komponenten darauf achten, daß die Fasern und die Leitungen zum Pilotlaser nicht eingeklemmt werden!*

15. Resonatormodul auf die Paßstifte schieben.

16. Die dem neuen Resonatormodul beiliegenden Befestigungsschrauben einsetzen und über Kreuz mit einem Anzugsdrehmoment von **2 Nm (200 Ncm)** anziehen.

Abbildung 7.64 *Resonatormodul anschließen*

17. Staubschutzkappe(n) vom Resonatormodul und der/den Glasfaserleitung(en) entfernen und Glasfaser(n) anschließen (1) (Abbildung 7.64).

Achtung: *Dabei kein Werkzeug verwenden! Beschädigungsgefahr!*

Hinweis: *Beim PowerLine E/EL mit zwei Dioden auf den richtigen Anschluß der jeweiligen Glasfasern achten. Die Glasfasern sind wieder so zu montieren, wie sie vor dem Wechsel des Resonatormoduls angeschlossen waren (Seriennummer, Kennzeichnung). Den Beutel mit den Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken nach Beenden der Arbeiten wieder an der Diodenseite des Laserkopfes befestigen (siehe Abbildung 7.56, Seite 152).*

18. SMA-Stecker HF-Leitung (2) und SMB-Stecker Q-Switch Interlock-Leitung (3) anklemmen.

Abbildung 7.65 *Interlockschalter überbrückt*

19. Interlockschalter (Abbildung 7.65) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 151)!*

21. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

Abbildung 7.66 *Leckkontrolle*

Achtung: *Bei Anlagen, bei denen der Kühler **oberhalb** des Laserkopfes eingebaut ist, Wasserkreislauf öffnen.*

22. Kühler für ca. eine Minute einschalten und Leckkontrolle des Kühlkreislaufes im Bereich des Resonatormoduls und auf der Diodenseite durchführen.

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 151)!*

Achtung: *Bei Kühlwasseraustritt ist die Laseranlage sofort über den Not-Aus-Taster/Hauptschalter stillzusetzen!*

Hinweis: *Neben der visuellen Kontrolle wird die Verwendung von stark saugfähigem Papier zur Leckkontrolle empfohlen.*

23. Hauptschalter ausschalten, ggf. Leckstellen beseitigen.

Abbildung 7.67 *Interlockschalter*

24. Justage des Laserstrahls kontrollieren (siehe Punkt 6.3, Seite 102).

25. Brücke vom Interlockschalter entfernen.

26. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.

27. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmeßgerät überprüfen und eine Testbeschriftung durchführen. Meßwerte in das Logbuch eintragen.

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes beachten!*

28. Laseranlage in Betrieb nehmen.

29. Nach einer Stunde Betrieb der Laseranlage ist die Anlage auszuschalten, beide seitlichen Abdeckungen des Laserkopfes sind zu öffnen und es ist nochmals eine Leckkontrolle durchzuführen.

30. Laser-Leckleistung des HF-Generators überprüfen (siehe Punkt 7.6.5, Seite 185, bzw. Punkt 7.6.6, Seite 188).

7.4 Wechsel des Diodenmoduls

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.* ***Netzstecker nur ziehen, wenn die korrekte Erdung der Laseranlage weiterhin gewährleistet ist.*** *Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: 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!

Achtung: *Sämtliche Personen, die an Diodenmodulen arbeiten, müssen die Maßnahmen zum Schutz elektrostatisch gefährdeter Bauelemente (ESD) einhalten! Der Arbeitsbereich ist abzusichern!*

Achtung: *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!*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Hinweis: *Das neue Diodenmodul wird auf Bestellung zugesendet. Der Transportbehälter ist für die Rücksendung des alten Diodenmoduls zu verwenden.*

Hinweis: *Falls noch möglich, ist vor dem Wechsel des Diodenmoduls die Laserleistung mit dem Leistungsmeßgerät nach dem Schutzglas am Galvokopf zu messen/zu kontrollieren (**siehe Punkt 5.4, Seite 67**). Dieser gemessene Wert ist in das Logbuch einzutragen.*

Abbildung 7.68 *Potentialausgleich durchführen*

Vorbereitende Arbeiten

Achtung: Netzstecker und Anschlußstecker am Laserkopf nur ziehen, wenn die korrekte Erdung der Laseranlage weiterhin gewährleistet ist.

Vorgehensweise, wenn der Netzstecker nicht gezogen werden kann:

- Hauptschalter z. B. mit Vorhängeschloß gegen Wiedereinschalten sichern.

Wechsel des Diodenmoduls

Achtung: *Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (ESD)! Der Wechsel des Diodenmoduls darf nur nach vorherigem Potentialausgleich durchgeführt werden!*

1. Abdeckung der Diodenseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich links).
2. Erdungsarmband anlegen und Klemme des Erdungskabels an einem mit ⏚ gekennzeichnetem Anschluß im Laserkopf sicher befestigen.

Abbildung 7.69 *Glasfaserleitung vom Diodenmodul abklemmen*

3. Schutzabdeckung über dem/den Diodenmodul(en) entfernen.
4. Glasfaserleitung(en) nach vorherigem Lösen der Überwurfmutter **langsam abziehen**, da durch den sonst entstehenden Unterdruck Staubpartikel auf die optischen Flächen gelangen.

Achtung: *Dabei kein Werkzeug verwenden! Beschädigungsgefahr!*

Hinweis: *Beim PowerLine E/EL mit zwei Dioden/zwei Glasfaserleitungen ist zu kennzeichnen, an welchem Anschluß die jeweilige Glasfaser angeschlossen war. Dadurch wird ein Verwechseln ausgeschlossen, das zu Fehlfunktionen führen kann.* ***Beim PowerLine E/EL mit zwei Dioden sind die Diodenmodule immer paarweise zu wechseln.***

5. Staubschutzkappen auf die Glasfaser(n) und die Anschlüsse am Diodenmodul (1) (Abbildung 7.69) anbringen.

Achtung: Die Schutzkappe auf der Faser muß unbedingt vor dem Einschalten entfernt werden, das sonst bei der Leistungsmessung die Faser beschädigt wird!

Hinweis: *Ein Beutel mit Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken befindet sich an der Diodenseite des Laserkopfes (Abbildung 7.70). Den Beutel mit den Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken nach Beenden der Arbeiten wieder dort befestigen.*

6. Kurzschlußbrücke aus dem Beutel entnehmen und bereitlegen.

Abbildung 7.70 *Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken*

Abbildung 7.71 *Kurzschlußbrücke am Gehäuse*

7. Kurzschlußbrücke an das Gehäuse des Diodenmoduls schrauben (maximales Anzugsdrehmoment: **20 Ncm**).

Abbildung 7.72 *Kurzschlußbrücke an der Anschlußklemme*

8. Diodenmodul abklemmen und Kurzschlußbrücke an die Anschlußklemme schrauben (maximales Anzugsdrehmoment: **20 Ncm**).

⚠ ***Achtung:*** *Beim PowerLine E/EL mit zwei Dioden kann ein Berühren der Anschlußklemmen der zweiten Diode ohne angelegten Potentialausgleich zum Zerstören der Diode führen!*

Abbildung 7.73 *Befestigungsschrauben lösen*

9. Befestigungsschrauben des Diodenmoduls lösen.

Abbildung 7.74 *Diodenmodul lösen*

10. Diodenmodul durch Verdrehen lösen.

Abbildung 7.75 *Austauschset „Diodenmodul“*

11. Das Austauschset „Diodenmodul“ (Art. Nr. ist abhängig vom Lasertyp) bereitlegen.
Inhalt:

- Kunststoffschaber (Plastikkarte)
- Graphitfolie
- Diodenmodul
- Kurzanleitung
- Datenblatt Diodenmodul
- Plastiktüte mit 4 Schrauben M 2,5 x 18
- Plastiktüte mit 4 Schrauben M 2,5 x 20 (gekennzeichnet mit Aufkleber „L“)
- Kabelbinder

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.*

Achtung: *Die Gebrauchsanweisung des Austauschsets – insbesondere die Sicherheitshinweise – ist unbedingt zu beachten!*

12. Kunststoffschaber entnehmen.

Abbildung 7.76 *Graphitreste entfernen*

13. Kühlfläche mit Kunststoff von Graphitresten reinigen, Abrieb auffangen.

⚠ ***Achtung:*** *Zum Entfernen von Graphitresten nur Kunststoffschaber verwenden! Kühlfläche nicht zerkratzen!*

Abbildung 7.77 *Isopropanol/ Linsenreinigungspapier*

14. Kühlfläche im Laserkopf mit Isopropanol und Linsenreinigungspapier säubern. Dadurch wird das spätere Anhaften der Graphitfolie erschwert.

Abbildung 7.78 *Kühlfläche Diodenmodul säubern*

15. Kühlfläche des neuen Diodenmoduls auf die gleiche Weise säubern.

Abbildung 7.79 *Kennzeichnung Kühlblock*

⚠ ***Achtung:*** *Bei Kühlblöcken mit der **Kennzeichnung „D“ bzw. „L“** sind grundsätzlich die Befestigungsschrauben **M 2,5 x 20 mm** zu verwenden. Bei Kühlblöcken **ohne Kennzeichnung** sind grundsätzlich die Befestigungsschrauben **M 2,5 x 18 mm** einzusetzen!*
Längere Schrauben können die Kühlfläche im Laserkopf beschädigen, was zu Wasseraustritt führen kann, kürzere Schrauben führen zu einer unzureichenden Befestigung!

Abbildung 7.80 *Graphitfolie auflegen*

16. Graphitfolie mit Hilfe einer Pinzette seitenrichtig auflegen.

⚠ ***Achtung:*** *Graphitfolie nicht knikken! Bei geknickter Folie kann nur ein unzureichender elektrischer und thermischer Kontakt hergestellt werden!*

17. Lage der Graphitfolie mit zwei Befestigungsschrauben fixieren.

⚠ ***Achtung:*** *Immer die Befestigungsschrauben entsprechend der Kennzeichnung am Kühlblock verwenden (siehe Seite 164)! Längere Schrauben können die Kühlfläche im Laserkopf beschädigen, was zu Wasseraustritt führen kann, kürzere Schrauben führen zu einer unzureichenden Befestigung!*

18. Diodenmodul einsetzen, Befestigungsschrauben leicht anziehen.

19. Kontrollieren, daß die Graphitfolie beim Einsetzen des Diodenmoduls nicht verrutscht ist.

Abbildung 7.81 *Diodenmodul einsetzen/ Lagekontrolle der Graphitfolie*

Abbildung 7.82 *Diodenmodul festschrauben*

20. Einsetzen der restlichen beiden Befestigungsschrauben.

21. Befestigungsschrauben über Kreuz mit einem maximalen Anzugsdrehmoment von **60 Ncm** festziehen.

Abbildung 7.83 *Diodenmodul anschließen*

22. Kurzschlußbrücke vom Anschluß entfernen und Diodenmodul anschließen (maximale Anzugsdrehmomente: Minuskontakt am Diodenmodul **75 Ncm**). Mit Federring gegen Lockern sichern.

Achtung: *Lockere Verbindungen führen zu hohen Übergangswiderständen und können Schäden verursachen. Wegen Übergangswiderständen keine Beilagscheiben oder Sonstiges zwischen Kabelschuh und Kühlplatte/Anschluß verwenden.*

23. Kurzschlußbrücke vom Gehäuse des Diodenmoduls abschrauben und Befestigungsschraube wieder leicht anziehen.

Abbildung 7.84 *Interlockschalter überbrückt*

24. Interlockschalter (Abbildung 7.84) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 158)!*

26. Netzstecker der Laseranlage einstecken, ggf. Welle des Hauptschalters montieren, Hauptschalter einschalten.

Abbildung 7.85 *Diagramm Diodenmodul (Beispiel)*

Abbildung 7.86 *Diodenmodul prüfen*

27. Aus dem Diodenmodul beiliegenden Diagramm ablesen, bei welchem Stromwert eine Diodenleistung von 30 W erreicht wird.

⚠ ***Achtung:*** *Dieser Stromwert darf bei Einstellarbeiten keinesfalls überschritten werden! Gefahr der Beschädigung des Resonatormoduls!*

⚠ ***Achtung:*** *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

28. Wandlerscheibe mit geeigneten Mitteln am Ausgang des Diodenmoduls fixieren (Abbildung 7.86).

⚠ ***Achtung:*** *Laseranlage keinesfalls ohne die montierte Wandlerscheibe in Betrieb nehmen! Sonst kann/können die dahinterliegende(n) Faser(n) beschädigt werden!*

29. Staubschutzkappen vom Diodenmodul und der Faser entfernen.

30. Faser mit Klebeband so fixieren, daß sie nach unten zeigt und Material unterhalb der Faser montieren, welches Laserstrahlung absorbiert.

⚠ ***Achtung:*** *Es ist auszuschließen, daß der Laserstrahl Personen gefährden und entzündliche Stoffe bestrahlen kann.*

⚠ ***Achtung:*** *Laserschutzbrille verwenden, die Schutz vor Wellenlängen von 532 nm/806 nm/1064 nm gewährleistet.*

31. Laseranlage mit einem Strom von ca. 10 bis 12 A in Betrieb nehmen.

32. Das Diodenmodul muß auf der Wandlerscheibe 18 Linien abbilden.

33. Diodenstrom auf 6 A absenken und Wandlerscheibe entnehmen.

⚠ ***Achtung:*** *Um Beschädigungen im Inneren des Laserkopfes durch den Laserstrahl auszuschließen, muß der Diodenstrom vor dem Entfernen der Wandlerscheibe auf 6 A abgesenkt werden!*

Abbildung 7.87 *Leistungsmessung Diodenmodul*

34. Leistungsmessung am Diodenmodul durchführen.

Achtung: *Meßkopf dabei leicht schräg halten (siehe Abbildung 7.87), um Rückreflexionen und damit Beschädigungen am Diodenmodul zu verhindern.*

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes beachten! Meßkopf während der Messung nicht bewegen, um Fehlmessungen zu vermeiden.*

Hinweis: *Ist es räumlich nicht möglich, den Meßkopf vor den Diodenmodulen zu positionieren, muß nach Punkt 5.4.6.2, Seite 81, vorgegangen werden (Tauschen der Fasern).*

35. Laseranlage ausschalten.

36. Brücke vom Interlockschalter entfernen.

37. Glasfaserleitung anschließen (Abbildung 7.88).

Abbildung 7.88 *Glasfaser anschließen*

Achtung: *Dabei kein Werkzeug verwenden! Beschädigungsgefahr!*

Hinweis: *Beim PowerLine E/EL mit zwei Dioden auf den richtigen Anschluß der jeweiligen Glasfasern achten. Die Glasfasern sind wieder so zu montieren, wie sie vor dem Wechsel des Diodenmoduls angeschlossen waren (Seriennummer, Kennzeichnung). Den Beutel mit den Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken nach Beenden der Arbeiten wieder an der Diodenseite des Laserkopfes befestigen (siehe Abbildung 7.70, Seite 160).*

38. **Gilt nur für den PowerLine E/EL mit zwei Dioden:** Zweites Diodenmodul wechseln.

Abbildung 7.89 *Interlockschalter überbrückt*

39. Interlockschalter (Abbildung 7.89) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 158)!*

41. Netzstecker der Laseranlage einstecken, ggf. Welle des Hauptschalters montieren, Hauptschalter einschalten.

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

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

43. Leistung nach der Umlenkeinheit im CW-Modus messen.

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes beachten!*

Hinweis: *Leistungswerte gemäß Tabelle „Lasertyp - Leistung“ auf Seite 69.*

Achtung: *Die Stromgrenze für 30 W Ausgangsleistung der Diodenmodule darf nicht überschritten werden! Sollte mit dem entsprechenden Strom die Leistung für den jeweiligen Lasertyp nicht erreicht werden, ist die Leistung nach der Faser (siehe Punkt 5.4.6.1, Seite 78) zu überprüfen.*

Abbildung 7.90 *Leistungsmessung nach Umlenkeinheit*

Abbildung 7.91 *Leistungsmessung Galvoflansch*

44. Leistungsmessung am Galvoflansch durchführen.

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes beachten!*

Hinweis: *Der Leistungsverlust sollte nicht mehr als 1 W zur vorherigen Meßstelle betragen. Bei größeren Leistungsverlusten sind die optischen Komponenten zu prüfen.*

45. Befindet sich der Leistungsverlust innerhalb der Toleranz, ist der Strom vorsichtig hochzuregeln, bist die Ausgangsleistung am Galvoflansch in Ordnung ist.

Achtung: *Die Stromgrenze für 30 W Ausgangsleistung der Diodenmodule darf nicht überschritten werden!*

46. Laserleistung über die Strombegrenzung (z. B. LCP/MCT) einstellen (siehe Tabelle „Lasertyp - Leistung“ auf Seite 69).

Abbildung 7.92 *Temperaturkontrolle*

47. Temperatur der Koppelstelle zwischen Diodenmodul und Glasfaser 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.*

Abbildung 7.93 *Interlockschalter*

48. Brücke vom Interlockschalter entfernen.

49. Abdeckung der Diodenseite des Laserkopfes montieren.

50. Betriebsstunden der Laseranlage und Zeitpunkt des Diodenwechsels in das Logbuch eintragen.

51. Laseranlage in Betrieb nehmen.

52. Leistungsmessung nach dem Galvokopf durchführen.

Hinweis: *30 Sekunden Einpegelzeit des Meßgerätes beachten!*

Hinweis: *Der Leistungsverlust sollte nicht mehr als 0,5 W zur Meßstelle am Galvoflansch betragen. Bei größeren Leistungsverlusten ist der Galvokopf zu prüfen.*

Hinweis: *Nach dem Wechsel des Diodenmoduls 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 69 erreicht werden. Gemessene Werte sind in das Logbuch einzutragen.

Hinweis: *Wird keine Leistungserhöhung festgestellt, ist die Leistung der Laserdioden am Faserende zu messen (siehe Punkt 5.4.6, Seite 78).*

7.5 Wechsel von Glasfaserleitungen

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Achtung: *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 5.4, Seite 67). Dieser gemessene Wert ist in das Logbuch einzutragen.*

Abbildung 7.94 *Glasfaserleitung vom Diodenmodul abklemmen*

1. Beide seitliche Abdeckungen des Laserkopfes öffnen.

Hinweis: *Beim PowerLine E/EL mit zwei Dioden/zwei Glasfaserleitungen ist zu kennzeichnen, an welchem Anschluß die jeweilige 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.*

2. Glasfaserleitung vom Diodenmodul abklemmen (1) (Abbildung 7.94).
3. Glasfaserleitung(en) nach vorherigem Lösen der Überwurfmutter **langsam abziehen**, da durch den sonst entstehenden Unterdruck Staubpartikel auf die optischen Flächen gelangen.

Achtung: *Dabei kein Werkzeug verwenden! Beschädigungsgefahr!*

Abbildung 7.95 *Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken*

Hinweis: *Ein Beutel mit Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken befindet sich an der Diodenseite des Laserkopfes (Abbildung 7.95). Den Beutel mit den Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken nach Beenden der Arbeiten wieder dort befestigen.*

4. Staubschutzkappen auf die Glasfaser(n) und die Anschlüsse am Diodenmodul anbringen.

Abbildung 7.96 *Glasfaserleitung vom Resonatormodul abklemmen*

5. Glasfaserleitung vom Resonatormodul abklemmen (1) (Abbildung 7.96).

6. Glasfaserleitung(en) nach vorherigem Lösen der Überwurfmutter **langsam abziehen**, da durch den sonst entstehenden Unterdruck Staubpartikel auf die optischen Flächen gelangen.

Achtung: *Dabei kein Werkzeug verwenden! Beschädigungsgefahr!*

7. Staubschutzkappen auf die Glasfaser(n) und die Anschlüsse am Resonatormodul anbringen.

8. Glasfaserleitungen von der Diodenseite des Laserkopfes auf die Resonatorseite zurückziehen.

9. Wenn installiert, Faserfixierung (Abbildung 7.97) aus den Halterungen oberhalb des Resonatormoduls ziehen, öffnen und Fasern entnehmen.

10. Glasfaserleitungen aus den Halteklammern entnehmen und aufrollen.

Abbildung 7.97 *Faserfixierung*

Abbildung 7.98 *Glasfaserleitung aufrollen*

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

Abbildung 7.99 *Glasfaserleitung im Transportbeutel*

11. Neue Glasfaser dem versiegelten Transportbeutel entnehmen.

Hinweis: *Die Farbe der Glasfaser variiert je nach Länge der Glasfaser.*

Abbildung 7.100 *Staubschutzkappen Glasfaserleitung*

12. Diodenanschluß der Glasfaser (1) (Abbildung 7.100) durch die Durchführung von der Resonatorseite des Laserkopfes zur Diodenseite schieben (1) (Abbildung 7.101).

13. 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 7.101 *Glasfaser einlegen*

Abbildung 7.102 *Halteklemmen der Glasfaser*

14. Glasfaser an das Diodenmodul anschließen. Handfest anziehen.

Achtung: *Dabei kein Werkzeug verwenden! Beschädigungsgefahr!*

15. Glasfaser in die Halteklemmen einlegen.

Achtung: *Glasfaser beim Einlegen nicht knicken, keine zu geringen Radien verlegen.*

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.*

Achtung: *Glasfaserleitung nicht mit dem Schraubendreher beschädigen!*

16. Beim PowerLine E/EL mit zwei Dioden die zweite Glasfaser einlegen.

Abbildung 7.103 *Fasern in Fixierung einlegen*

17. Wenn installiert, Fasern wie in Abbildung 7.103 dargestellt in die Faserfixierung einlegen, Faserfixierung verschließen und in die Halterungen oberhalb des Resonatormoduls stecken.

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

18. 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.*

19. Überwurfmutter handfest anziehen.

Achtung: *Dabei kein Werkzeug verwenden! Beschädigungsgefahr!*

Abbildung 7.104 *Interlockschalter überbrückt*

20. Interlockschalter (Abbildung 7.104) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 171)!*

22. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

Abbildung 7.105 *Temperaturkontrolle*

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

23. Laseranlage für ca. zehn Minuten bei maximalem Strom in Betrieb nehmen (siehe Tabelle „Lasertyp - Leistung“ auf Seite 69).

24. Temperatur der Koppelstelle zwischen Diodenmodul/Resonatormodul und Glasfaser 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.*

25. Laseranlage ausschalten.

26. Brücke vom Interlockschalter entfernen.

27. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.

28. Betriebsstunden der Laseranlage und Zeitpunkt des Wechsels in das Logbuch eintragen.

29. Laseranlage in Betrieb nehmen.

30. Ausgebaute Glasfaser zur Reparatur an ROFIN-SINAR senden.

Abbildung 7.106 *Interlockschalter*

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 69 erreicht werden. Gemessene Werte sind in das Logbuch einzutragen.

Hinweis: *Wird keine Leistungserhöhung festgestellt, ist die Leistung der Laserdioden am Faserende zu messen (siehe Punkt 5.4.6, Seite 78).*

7.6 Wechsel des HF-Generators

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

7.6.1 HG-24

Abbildung 7.107 *Ausbau HG-24*

1. Abdeckung der Diodenseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich links).
2. Anschlußstecker -X12 (1) (Abbildung 7.107), HF-Leitung -X13 (2) und Erdungsleitung (3) abklemmen.

Hinweis: *Erdungsleitung zur weiteren Verwendung im Laserkopf belassen.*

3. Vier Befestigungsschrauben lösen und HG-24 entnehmen.
4. Kühlfläche und Unterseite des neuen HG-24 mit Isopropanol reinigen.
5. Erdungsleitung an HG-24 anschließen.
6. HG-24 mit vier Befestigungsschrauben (ohne Beilagscheiben) festschrauben.
7. HF-Leitung -X13 anschließen.

Abbildung 7.108 *Meßadapter Betriebsspannung*

8. Meßadapter (siehe Kapitel 3) an -X12 des HG-24 stecken.
9. Anschlußstecker -X12 an Meßadapter stecken.
10. Voltmeter an Pin 1 (-) und Pin 5 (+) des Meßadapters anschließen.
11. Betriebsspannung einstellen (siehe Punkt 7.6.4, Seite 182).

Abbildung 7.109 *HG-24 anschließen*

12. Meßadapter entfernen und Anschlußstecker -X12 an HG-24 anschließen.
13. HF-Leistung einstellen (siehe Punkt 7.6.5, Seite 185).
14. Betriebsstunden der Laseranlage und Zeitpunkt des Wechsels in das Logbuch eintragen.
15. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
16. Laseranlage in Betrieb nehmen.

7.6.2 HG-25

Hinweis: *Ein SHG-Laser darf nicht mit einem HG-25 ausgestattet sein.*

Hinweis: *Das Aussehen des HG-25 kann, abhängig vom Produktionszeitraum, vom hier dargestellten HF-Generator abweichen.*

Abbildung 7.110 *Ausbau HG-25*

1. Abdeckung der Diodenseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich links).
2. Anschlußstecker -X12 (1) (Abbildung 7.110), HF-Leitung -X13 (2) und Erdungsleitung (3) abklemmen.

Hinweis: *Erdungsleitung zur weiteren Verwendung im Laserkopf belassen.*

3. Vier Befestigungsschrauben lösen und HG-25 entnehmen.
4. Aufsteckfilter (4) vom HG-25 abziehen.
5. Kühlfläche und Unterseite des neuen HG-25 mit Isopropanol reinigen.
6. HG-25 mit vier Befestigungsschrauben festschrauben.

Hinweis: *Erdungsleitung (1) (Abbildung 7.111) mit der oberen linken Befestigungsschraube an HG-25 anschließen.*

7. Aufsteckfilter an -X12 des HG-25 stecken.
8. Anschlußstecker -X12 auf den Aufsteckfilter stecken.
9. HF-Leitung -X13 anschließen.
10. HF-Leistung einstellen (siehe Punkt 7.6.6, Seite 188).
11. Betriebsstunden der Laseranlage und Zeitpunkt des Wechsels in das Logbuch eintragen.
12. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
13. Laseranlage in Betrieb nehmen.

Abbildung 7.111 *Einbau HG-25*

7.6.3 Wechsel von HG-25 auf HG-24

Hinweis: *Neuanlagen werden grundsätzlich mit dem HG-24 ausgeliefert. Hier wird der Umbau vorhandener Anlagen beschrieben.*

Abbildung 7.112 *Ausbau HG-25*

1. Abdeckung der Diodenseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich links).
2. Anschlußstecker -X12 (1) (Abbildung 7.112), HF-Leitung -X13 (2) und Erdungsleitung (3) abklemmen.

Hinweis: *Erdungsleitung zur weiteren Verwendung im Laserkopf belassen.*

3. Vier Befestigungsschrauben lösen und HG-25 entnehmen.
4. Kühlfläche reinigen.
5. Erdungsleitung an HG-24 anschließen.

Hinweis: *Den Aufsteckfilter des HG-25* ***NICHT*** *mit dem HG-24 verwenden.*

6. HG-24 mit vier Befestigungsschrauben (ohne Beilagscheiben) festschrauben.
7. HF-Leitung -X13 anschließen.
8. Meßadapter (siehe Kapitel 3) an -X12 des HG-24 stecken.
9. Anschlußstecker -X12 an Meßadapter stecken.
10. Voltmeter an Pin 1 (-) und Pin 5 (+) des Meßadapters anschließen.
11. Betriebsspannung einstellen (siehe Punkt 7.6.4, Seite 182).

Abbildung 7.113 *Meßadapter Betriebsspannung*

Abbildung 7.114 *HG-24 anschließen*

12. Meßadapter entfernen und Anschlußstecker -X12 an HG-24 anschließen.
13. HF-Leistung einstellen (siehe Punkt 7.6.5, Seite 185).
14. Betriebsstunden der Laseranlage und Zeitpunkt des Wechsels in das Logbuch eintragen.
15. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
16. Laseranlage in Betrieb nehmen.

Abbildung 7.115 *Interlockschalter*

17. Brücke vom Interlockschalter entfernen.
18. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
19. Laseranlage in Betrieb nehmen.
20. Parameteranpassung in VLM vornehmen.
    - Erstpulsunterdrückung: Obergrenze = 90 (siehe „VLM Benutzerhandbuch“, Kapitel 9)
    - Graustufen-Bitmap:
      Richtwert DAC minimal = 200;
      Richtwert DAC maximal = 1000
      (siehe „VLM Benutzerhandbuch“, Kapitel 5.11).

7.6.4 Betriebsspannung HG-24 einstellen

Abbildung 7.116 *Interlockschalter überbrückt*

1. Interlockschalter (Abbildung 7.116) brücken.

⚠ ***Achtung:*** *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

⚠ ***Achtung:*** *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 177)!*

3. Netzstecker der Laseranlage einstecken.

⚠ ***Achtung:*** *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

Versorgungsschrank

a) Versorgungsschrank öffnen.

b) Hauptschalter über die Hauptschalter-Welle (1) (Abbildung 7.117) einschalten.

Abbildung 7.117 *Hauptschalter Versorgungsschrank*

Abbildung 7.118 *Potentiometer Betriebsspannung*

c) Mit einem kleinen Schraubendreher das Potentiometer HG-25 (1) (Abbildung 7.118) drehen, bis 13,0 V ±0,1 V am HG-24/-X12 gemessen werden.

d) Hauptschalter ausschalten, Versorgungsschrank schließen.

Abbildung 7.119 *Einstellbohrungen 19"-Einschub*

19"-Einschub

a) Einschub von hinten zugänglich machen.

b) Geeigneten Schraubendreher in die rechte Bohrung im Einschub stekken.

c) Hauptschalter einschalten.

d) Mit dem Schraubendreher das Potentiometer HG-25 drehen, bis 13,0 V ±0,1 V am HG-24/-X12 gemessen werden.

e) Hauptschalter ausschalten.

Abbildung 7.120 *Rückansicht 19"-Einschub*

19"-Einschub (Alternative)

a) Einschub von hinten zugänglich machen.

b) Den Rechten der beiden Lüfter demontieren, um das Potentiometer erreichen zu können.

c) Hauptschalter einschalten.

d) Mit einem kleinen Schraubendreher das Potentiometer HG-25 drehen, bis 13,0 V ±0,1 V am HG-24/-X12 gemessen werden.

e) Hauptschalter ausschalten, Lüfter montieren.

Abbildung 7.121 *Interlockschalter*

4. Brücke vom Interlockschalter entfernen.
5. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
6. Laseranlage in Betrieb nehmen.

7.6.5 HF-Leistung HG-24 einstellen

Abbildung 7.122 *Interlockschalter überbrückt*

Abbildung 7.123 *Wandlerscheibe*

1. Interlockschalter (Abbildung 7.122) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 177)!*

3. Netzstecker der Laseranlage einstecken.

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

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 von 13,0 V ±0,1 V wie im Punkt 7.6.4, Seite 182, beschrieben einstellen.
5. Shutter öffnen.
6. Laserstrahl ausschalten.
7. Stromwert auf den für die Anlage typischen Maximalstrom einstellen (siehe Tabelle „Lasertyp - Leistung“ auf Seite 69).
8. Shutter öffnen.
9. Mit Wandlerscheibe (siehe Kapitel 3) außerhalb des Fokuspunktes nach Laserstrahlung suchen.

Abbildung 7.124 *Potentiometer HG-24*

Abbildung 7.125 *IR-Wandlerschirm*

Laserstrahlung vorhanden

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

Hinweis: *Beim **IR-Modell** Potentiometer vom HG-24 ganz nach links drehen und dann langsam die Leistung durch Drehen im UZS erhöhen.*
*Beim **SHG-Modell 12E/25E** Potentiometer vom HG-24 ganz nach links drehen und dann so lange nach rechts drehen, bis die Leistung minimal ist (visuell oder mit Meßgerät prüfen). Das **SHG-Modell 20E** muß nach Punkt 8.1.10, Seite 225, eingestellt werden.*

10. Mit IR-Wandlerschirm (siehe Kapitel 3) außerhalb des Fokuspunktes wie folgt nach Laserstrahlung suchen:

Hinweis: *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).*

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung treffen. Gefahr der Ablenkung des Laserstrahls durch die reflektierende Oberfläche des IR-Wandlerschirms.*

Hinweis: *Diese Messung ist nur bei IR-Modellen durchzuführen.*

Abbildung 7.126 *HF-Leistungseinstellung HG-24*

Laserstrahlung vorhanden

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

Keine Laserstrahlung vorhanden

b) Reduzieren der HF-Leistung durch langsames Drehen des Potentiometers nach links (gegen UZS), bis Laserstrahlung austritt.

c) Potentiometer nach rechts (im UZS) drehen, bis die Laserstrahlung erlischt. Diese beiden Stellungen des Potentiometers (Laserstrahlung vorhanden/nicht vorhanden) beschreiben den Drehwinkel „ “ (Abbildung 7.126).

d) Potentiometer nochmals um diesen Drehwinkel nach rechts (im UZS) weiterdrehen. So wird sichergestellt, daß die HF-Leistung ausreichend groß ist.

Hinweis: *Wird die Justage mit einem Leistungsmeßgerät durchgeführt, sollte eine Restlaserleistung von 0,15 W nicht überschritten werden.*

Abbildung 7.127 *Interlockschalter*

11. Brücke vom Interlockschalter entfernen.

12. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.

13. Laseranlage in Betrieb nehmen.

14. Parameteranpassung in VLM vornehmen.

- Erstpulsunterdrückung: Obergrenze = 90 (siehe „VLM Benutzerhandbuch“, Kapitel 9)
- Graustufen-Bitmap: Richtwert DAC minimal = 200; Richtwert DAC maximal = 1000 (siehe „VLM Benutzerhandbuch“, Kapitel 5.11).

7.6.6 HF-Leistung HG-25 einstellen

Achtung: *Auf Grund des Aufbaus der Laseranlage sind die nachfolgenden Tätigkeiten von zwei Personen auszuführen. Diese Personen müssen untereinander für entsprechende Verständigungsmöglichkeiten sorgen!*

Abbildung 7.128 *Interlockschalter überbrückt*

1. Interlockschalter (Abbildung 7.128) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 177)!*

3. Netzstecker der Laseranlage einstecken.

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage von einer der beiden Personen während der durchzuführenden Tätigkeiten nicht sicher erreicht werden, muß immer eine dritte Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

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.

Abbildung 7.129 *Hauptschalter Versorgungsschrank*

Zugang zum Potentiometer „HG-25“ Versorgungsschrank

a) Versorgungsschrank öffnen.

b) Hauptschalter über die Hauptschalter-Welle (1) (Abbildung 7.129) einschalten.

Abbildung 7.130 *Einstellbohrungen 19"-Einschub*

Zugang zum Potentiometer „HG-25“ 19"-Einschub

a) Einschub von hinten zugänglich machen.

b) Geeigneten Schraubendreher in die rechte Bohrung im Einschub stekken.

Abbildung 7.131 *Rückansicht 19"-Einschub*

Zugang zum Potentiometer „HG-25“ 19"-Einschub (Alternative)

a) Einschub von hinten zugänglich machen.

b) Den Rechten der beiden Lüfter demontieren, um das Potentiometer erreichen zu können.

Abbildung 7.132 *Wandlerscheibe*

4. Stromwert auf den für die Anlage typischen Maximalstrom einstellen (siehe Tabelle „Lasertyp - Leistung“ auf Seite 69).
5. Shutter öffnen.
6. Mit Wandlerscheibe (siehe Kapitel 3) außerhalb des Fokuspunktes nach Laserstrahlung suchen.

Abbildung 7.133 *Potentiometer HG-25*

Laserstrahlung vorhanden

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

Hinweis: *Potentiometer ganz nach links drehen und dann langsam die Leistung durch Drehen im UZS erhöhen.*

Abbildung 7.134 *IR-Wandlerschirm*

7. Mit IR-Wandlerschirm (siehe Kapitel 3) außerhalb des Fokuspunktes nach Leck-Laserstrahlung suchen.

Hinweis: *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).*

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung treffen. Gefahr der Ablenkung des Laserstrahls durch die reflektierende Oberfläche des IR-Wandlerschirms.*

Abbildung 7.135 *Potentiometer HG-25*

8. Potentiometer HG-25 nach rechts (im UZS) drehen, bis Leck-Laserstrahlung erlischt.

Abbildung 7.136 *Spannungsmessung*

9. Spannung an Stecker -X8 des HN80x, Pins 1 und 2 messen.

Hinweis: *Die Meßpunkte können nur mit Fein-Meßspitzen (siehe Kapitel 3) erreicht werden.*

10. Die gemessene Spannung am Potentiometer um 0,2 V erhöhen.

Hinweis: *Wird die Justage mit einem Leistungsmeßgerät durchgeführt, sollte eine Restlaserleistung von 0,15 W nicht überschritten werden.*

11. Hauptschalter ausschalten, Versorgungsschrank schließen bzw. Lüfter montieren (19"-Einschub).

Abbildung 7.137 *Interlockschalter*

12. Brücke vom Interlockschalter entfernen.

13. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.

14. Laseranlage in Betrieb nehmen.

15. Parameteranpassung in VLM vornehmen.

- Erstpulsunterdrückung: Obergrenze = 130 (siehe „VLM Benutzerhandbuch“, Kapitel 9)
- Graustufen-Bitmap:
  Richtwert DAC minimal = 200;
  Richtwert DAC maximal = 1400
  (siehe „VLM Benutzerhandbuch“, Kapitel 5.11).

7.7 Wechsel des Positionierlasers[1]

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Abbildung 7.138 *Strahlverrohrung demontieren*

1. Seitliche Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen.
2. Strahlverrohrung (1) (Abbildung 7.138) des Laserkopfes und Strahlaufweitung (2) ausbauen.

Abbildung 7.139 *Anschlußstecker Positionierlaser*

3. Anschlußstecker des Positionierlasers (-X38) abziehen (siehe Abbildung 7.139).

1. Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp

Abbildung 7.140 *Abdeckung des Positionierlasers*

4. Vier Befestigungsschrauben der Abdeckung des Positionierlasers lösen (siehe Abbildung 7.140).
5. Abdeckung abnehmen.

Abbildung 7.141 *Befestigung Positionierlasergehäuse*

6. Befestigungsschrauben (1) (Abbildung 7.141) des Positionierlasergehäuses lösen; Gehäuse herausziehen.

Abbildung 7.142 *Positionierlasergehäuse*

7. Seitliche Abdeckung des Positionierlasergehäuses nach dem Lösen der vier Befestigungsschrauben (Abbildung 7.142) abnehmen.

Abbildung 7.143 *Positionierlaser ausbauen*

8. Positionierlaser nach Lösen der Madenschraube (1) (Abbildung 7.143) vorsichtig herausziehen.

Abbildung 7.144 *Vorjustage Positionierlaser*

9. Neuen Positionierlaser am Anschlußstecker (-X38) einstecken.
10. System einschalten, Software (LaserConsole) hochlaufen lassen und den Positionierlaser einschalten.
11. Mit der Messingschraube (1) (Abbildung 7.144) 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.

Abbildung 7.145 *Positionierlasergehäuse*

12. Neuen Positionierlaser in das Gehäuse einsetzen und festschrauben.

13. Seitliche Abdeckung (1) (Abbildung 7.145) anschrauben.

Hinweis: *Auf seitenrichtigen Einbau der Abdeckung achten. Bei falschem Einbau wird der Laserstrahl abgeschattet.*

14. Positionierlasergehäuse im Laserkopf montieren.

Achtung: *Anschlußleitungen des Positionierlasers beim Einbau nicht quetschen, einklemmen oder abscheren! Darauf achten, daß die Anschlußleitungen fixiert sind (z. B. mit Klebeband), so daß sie nicht vom Laserstrahl beschädigt werden können.*

15. Justage des Laserstrahls kontrollieren, ggf. Justage durchführen (siehe Punkt 6.3.3, Seite 122).

16. Abdeckung des Positionierlasergehäuses montieren.

17. Strahlverrohrung einbauen und auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.

18. Strahlaufweitung mit Halterung wieder einbauen; auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.

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

19. Einstellung der Strahlaufweitung kontrollieren.

20. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.

21. Laseranlage in Betrieb nehmen.

7.8 Wechsel des MICO-Controllers

Hinweis: *Vor dem Wechsel des MICO-Controllers sind die Betriebswerte mit LCP oder MCT auszulesen und zu notieren (siehe Kapitel 9, Seite 235).*

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 7.146 *MICO-Controller Versorgungsschrank*

1. Laseranlage und PC ausschalten, beide Netzstecker ziehen.

Versorgungsschrank

a) Versorgungsschrank öffnen.

b) Befestigungsschrauben der Montageplatte des MICO-Controllers lokkern.

c) Montageplatte des MICO-Controllers anheben und nach vorn herausziehen.

Abbildung 7.147 *MICO-Controller 19"-Einschub*

19"-Einschub

a) Befestigungsschrauben des Einschubs lösen.

b) Einschub nach vorn herausziehen.

2. Sämtliche Steckverbindungen vom MICO-Controller abziehen.

Abbildung 7.148 *MICO-Controller ausbauen*

3. Halteblech (1) (Abbildung 7.148) demontieren.

Abbildung 7.149 *CAN-Bus Modul abnehmen*

4. CAN-Bus Modul (1) (Abbildung 7.149) vorsichtig abnehmen.

Achtung: *Vorsichtig arbeiten! Anschlußkontakte nicht verbiegen!*

Abbildung 7.150 *EPROM herausziehen*

5. EPROM vorsichtig mit PROM-Ausziehwerkzeug aus dem Sockel herausziehen.

Abbildung 7.151 *EPROM einsetzen*

6. EPROM vorsichtig in den Sockel des neuen MICO-Controllers einsetzen und dann gleichmäßig nach unten drücken.
7. CAN-Bus Modul vorsichtig aufsetzen.

⚠ ***Achtung:*** *Vorsichtig arbeiten! Anschlußkontakte nicht verbiegen!*

8. Halteblech montieren.
9. MICO-Controller mit Grundplatte montieren.
10. Sämtliche Steckverbindungen an den MICO-Controller stecken.

Abbildung 7.152 *MICO-Controller Versorgungsschrank*

Versorgungsschrank

a) MICO-Controller mit Grundplatte anheben und in die gelockerten Befestigungsschrauben einhängen.

b) Befestigungsschrauben festziehen.

11. Netzstecker der Laseranlage und des PC einstecken, beide Komponenten einschalten.

Abbildung 7.153 *Status-LEDs – Anzeige „OK“*

12. Status-LEDs am MICO-Controller nach dem Einschalten kontrollieren.
    – OK: Die rote LED (Abbildung 7.153) leuchtet, die grüne LED blinkt mit einer Frequenz von einem Hz.

Abbildung 7.154 *Status-LEDs – Anzeige „Fehler“*

– Fehler: Die rote und die gelbe LED leuchten; keine LED leuchtet.

13. **Im Fehlerfall:** Fehlersuche und -behebung nach Punkt 5.9, Seite 88, vornehmen.

14. Tritt kein Fehler auf, Versorgungsschrank schließen bzw. 19"-Einschub zurückschieben und befestigen.

15. Laseranlage in Betrieb nehmen.

7.9 Wechsel des Netzteils HN80x

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 7.155 *HN80x Versorgungsschrank*

Versorgungsschrank

a) Versorgungsschrank öffnen.

b) Befestigungsschrauben des HN80x lockern.

c) HN80x anheben und nach vorn herausziehen.

d) Anschlußleitungen des HN80x abklemmen.

e) HN80x herausheben.

f) Montage in umgekehrter Reihenfolge.

Abbildung 7.156 HN80x 19"-Einschub

19"-Einschub

a) Befestigungsschrauben des Einschubs lösen.

b) Einschub nach vorn herausziehen.

c) Sämtliche Steckverbindungen vom MICO-Controller abziehen.

d) MICO-Controller demontieren.

e) Anschlußleitungen des HN80x abklemmen.

f) HN80x herausheben.

g) Montage in umgekehrter Reihenfolge.

Abbildung 7.157 Einstellung Grenzstrom

Nachfolgende Überprüfungen/Einstellungen durchführen:

1. Betriebsspannung HG-24 Prüfen/einstellen (siehe Punkt 7.6.4, Seite 182).

2. HF-Leistung HG-24 (siehe Punkt 7.6.5, Seite 185) bzw. HG-25 (siehe Punkt 7.6.6, Seite 188) prüfen/einstellen.

3. Betriebsspannung des Galvokopfes prüfen/einstellen (siehe Seite 132).

4. Einstellung des Grenzstromes kontrollieren (X10 = 4; X1 = 6). Damit ist der Grenzstrom auf 46 A eingestellt.

7.10 Wechsel der internen Leistungsmessung[1]

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 7.158 *Anschlußstecker/ Kühlwasserleitungen Leistungsmessung*

1. Beide seitliche Abdeckungen des Laserkopfes öffnen.
2. Umlenkeinheit ausbauen (siehe Punkt 7.2, Seite 147).
3. An der Diodenseite des Laserkopfes Anschlußstecker (1) (Abbildung 7.158) von der internen Leistungsmessung abziehen.
4. Überwurfmuttern der Kühlwasserleitungen (2) abschrauben.

Hinweis: *Kontrollieren der Schlauchenden auf Beschädigungen (Risse, Aufdehnungen etc.). Beschädigte Schläuche sind auszutauschen!*

1. Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp

Abbildung 7.159 *Befestigungsschrauben Leistungsmessung*

5. Leistungsmessung festhalten und die vier Befestigungsschrauben der Leistungsmessung an der Resonatorseite des Laserkopfes lösen.
6. Neue Leistungsmessung einsetzen und festschrauben.
7. Schlauch aufstecken.

⚠ ***Achtung:*** *Verschraubung dabei nicht verdrehen!*

8. Überwurfmutter handfest anziehen.

⚠ ***Achtung:*** *Dabei ein Verdrehen des Anschlusses im Meßkopf verhindern. Insbesondere beim Zurückdrehen!*

9. Umlenkeinheit montieren (siehe Punkt 7.2, Seite 147).
10. Laseranlage in Betrieb nehmen.
11. Nach dem Wiedereinschalten der Laseranlage ist der Kühlwasserkreislauf auf Dichtigkeit zu prüfen.
12. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
13. Leistungsmessung justieren (siehe Punkt 6.5, Seite 126).

7.11 Wechsel des Strahlabschwächers[1]

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 7.160 *Strahlabschwächer*

1. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes öffnen (abgeschrägte Ecke befindet sich rechts).
2. Befestigungsschrauben des Strahlabschwächers lösen.
3. Strahlabschwächer entnehmen und austauschen.
4. Justage des Strahlabschwächers kontrollieren, ggf. Justage durchführen (siehe Punkt 6.4, Seite 124).
5. Abdeckung der Resonatorseite des Laserkopfes montieren.
6. Laseranlage in Betrieb nehmen.

1. Einbau abhängig vom jeweiligen Lasertyp

7.12 Wechsel der ALI-Karte

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: Mit dem vorgeschriebenen Trennen der Netzverbindung vor dem Öffnen des PC-Einschubes wird auch die Schutzleiterverbindung getrennt!
Vor Arbeiten an elektronischen Bauteilen ist der PC-Einschub mit geeigneten Mitteln zu erden! Die externe Erdungsleitung muß an einer gekennzeichneten PE-Klemme des Einschubes 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 Einschubes zu erfolgen!
Vorher dürfen keinerlei Arbeiten an elektronischen Bauteilen erfolgen!

Achtung: *Sämtliche Personen, die an elektronischen Bauteilen arbeiten, müssen die Maßnahmen zum Schutz elektrostatisch gefährdeter Bauelemente (ESD) einhalten! Der Arbeitsbereich ist abzusichern!*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 7.161 *PC-Einschub*

1. PC-Einschub herausziehen und obere Abdeckung entfernen.
2. Sämtliche Anschlußleitungen von der Rückseite des PC-Einschubes lösen.

Abbildung 7.162 *USB-Dongle für VLM-Software*

Achtung: *An der linken Seite des PC-Einschubes befindet sich ein USB-Dongle für die VLM-Software (siehe Abbildung 7.162). Dieser muß beim Wechsel der ALI-Karte nicht entfernt werden! Der USB-Dongle darf nicht mit einem USB-Speicherstick verwechselt werden!*

Abbildung 7.163 *Karten lösen*

3. Befestigung der obersten Karte lösen.

Abbildung 7.164 *Karten ausbauen*

4. Karte seitlich herausziehen.

5. Stecker von der Karte abziehen.

Achtung: *Stecker nicht an den Kabeln herausziehen!*

Abbildung 7.165 *Karte befestigen*

6. Neue Karten einsetzen und befestigen.

Achtung: *Karten und Bauelemente nicht mit Befestigungselementen beschädigen (siehe Abbildung 7.165)!*

7. Anschluß der neuen Karten laut Schaltplan.
8. Sämtliche Anschlußleitungen an der Rückseite des PC-Einschubes anschließen.
9. Abdeckung des PC-Einschubes montieren.
10. PC-Einschub zurückschieben und befestigen.
11. Laden der neuen ALI-Konfiguration (siehe Punkt 5.10, Seite 94, und Punkt 5.11, Seite 96).

7.13 Wechsel der Filtermatten

Hinweis: *Der Wechsel der Filtermatten ist im ROFIN-SINAR Wartungs- und Integrationshandbuch, Kapitel 2, beschrieben.*

7.14 Wechsel des Partikelfilters und Deionisierbeutels

Hinweis: *Der Wechsel des Partikelfilters und Deionisierbeutels ist im ROFIN-SINAR Wartungs- und Integrationshandbuch, Kapitel 2, beschrieben.*

7.15 Kalibrieren des Motorventils im Kühlkreislauf

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 7.166 *Motorventil kalibrieren (1)*

1. Kühler aus dem Versorgungsschrank ausbauen bzw. Einschub herausziehen (siehe Punkt 7.16, Seite 208).
2. Potentiometer mit geeignetem Schraubendreher ganz nach links drehen.

Abbildung 7.167 *Motorventil kalibrieren (2)*

3. Mit einem geeigneten Schraubendreher die Kalibrierkontakte überbrücken, bis die grüne LED blinkt. Danach den Vorgang nach einer kurzen Pause noch zweimal wiederholen.

Hinweis: *Zwischen den einzelnen Kalibrierzyklen eine kurze Pause lassen. Während des Kalibrierens blinkt die grüne LED und leuchtet nach dem Abschluß.*

4. Deckel des Motorventils schließen.
5. Kühler montieren.

7.16 Wechsel des Kühlers

Achtung: *Laseranlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Netzstecker ziehen. Peripheriekomponenten der Laseranlage sind ebenfalls außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.*

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Abbildung 7.168 *Kühler Versorgungsschrank – hintere Befestigung*

Versorgungsschrank

a) Kühlerabdeckung am Versorgungsschrank öffnen.

b) Hintere Befestigungsschraube des Kühlers lösen.

Abbildung 7.169 *Kühler Versorgungsschrank – vordere Befestigung*

c) Vordere Befestigungsschraube des Kühlers lösen.

Abbildung 7.170 *Kühler herausheben*

d) Kühler nach vorn aus dem Versorgungsschrank herausheben.

Achtung: *Versorgungsleitungen beim Herausziehen nicht beschädigen! Zur Gewährleistung der Kühlluftzirkulation während des Probebetriebes muß der Kühler auf geeignete Unterlagen gestellt werden!*

e) Anschlußleitungen abklemmen.

f) Kühler wechseln und anschließen.

g) Kühlwasserstand kontrollieren; ggf. nachfüllen.

h) Motorventil kalibrieren (siehe Punkt 7.15, Seite 207).

i) Kühler montieren.

Hinweis: *Versorgungsleitungen nicht beschädigen! Dichtheitskontrolle durchführen!*

Abbildung 7.171 *Kühler 19"-Einschub*

19"-Einschub

a) Befestigungsschrauben des Einschubs lösen.

b) Einschub nach vorn herausheben.

Achtung: *Versorgungsleitungen beim Herausziehen nicht beschädigen! Zur Gewährleistung der Kühlluftzirkulation während des Probebetriebes muß der Kühler auf geeignete Unterlagen gestellt werden!*

c) Anschlußleitungen vom Einschub abklemmen.

d) Kompletten Einschub wechseln und anschließen.

e) Kühlwasserstand kontrollieren; ggf. nachfüllen.

f) Motorventil kalibrieren (siehe Punkt 7.15, Seite 207).

g) Einschub montieren.

Hinweis: *Versorgungsleitungen nicht beschädigen! Dichtheitskontrolle durchführen!*

Achtung: *Das Kühlwasser des ausgebauten Kühlers ist vollständig abzulassen! Im Kühler verbliebenes Kühlwasser kann zu Korrosion oder z. B. während des Transports bei Frostwetter zu Beschädigungen führen.*

8 Einstellung und Reparatur von SHG-Modellen

Hinweis: *Das Kapitel „Wartungsplan“ im RSM PowerLine E/EL (IR und SHG)-Bedienerhandbuch ist ebenfalls zu beachten. Die benötigten Hilfsmittel sind im Kapitel 3 dieses Reparaturhandbuches und im Kapitel „Ersatz- und Verschleißteile“ des RSM PowerLine E/EL (IR und SHG)-Bedienerhandbuches aufgelistet.*

8.1 Montage und Einstellung von SHG-Komponenten

Achtung: *Muß die Laseranlage zu Test-/Meßzwecken 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 sind zu beachten.

Hinweis: *Die nachfolgenden Schritte zur Montage der SHG-Komponenten sind in der hier angegebenen Reihenfolge durchzuführen.*

8.1.1 Montage des SHG-Resonatormoduls

Abbildung 8.1 *Resonatormodul SHG-Version*

Hinweis: *Die SHG-Version eines Resonatormoduls ist an der Platine an der Anschlußseite zu erkennen.*

Abbildung 8.2 *Relaisplatine*

Abbildung 8.3 *Stromfluß Heizelement prüfen*

1. Die dem SHG-Resonatormodul beiliegende Anschlußleitung für das Heizelement an der Relaisplatine an der Diodenseite des Laserkopfes anklemmen.

Achtung: *Schaltplan beachten! Das Verpolen der Anschlüsse führt zum Zerstören des Heizelements im Resonatormodul! Folge dessen ist eine Instabilität des Lasersystems (unregelmäßige Leistungsschwankungen)! Das SHG-Resonatormodul darf keinesfalls – auch nicht kurzfristig – ohne angeklemmte Anschlußleitung betrieben werden!*

2. Leitung zur Resonatorseite durchschieben.
3. Resonatormodul sicher auf dem Laserkopf ablegen.
4. Multimeter für die Strommessung des Heizelements am Anschluß -X90 anschließen.

Achtung: *Schaltplan beachten! Das Verpolen der Anschlüsse führt zum Zerstören des Heizelements im Resonatormodul! Folge dessen ist eine Instabilität des Lasersystems (unregelmäßige Leistungsschwankungen)!*

Abbildung 8.4 *Interlockschalter überbrückt*

5. Interlockschalter (Abbildung 8.4) brücken.

Achtung: *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

7. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

Achtung: *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

8. Stromfluß des Heizelementes während der Aufheizphase:
- Ca. 170 mA während des Aufheizens,
- Ca. 80 bis 100 mA nach Erreichen der Betriebstemperatur (modellabhängige Anhaltswerte) (siehe Seite 73),
- Kalte Umgebung = hoher Strom, warme Umgebung = niedriger Strom.

Hinweis: *Die Betriebstemperatur ist nach ca. 10 Minuten erreicht. Sollte sie nach 15 Minuten nicht erreicht sein, ist Rücksprache mit ROFIN-SINAR zu halten.*

Abbildung 8.5 *Interlockschalter*

9. Brücke vom Interlockschalter entfernen.

10. Netzstecker ziehen.

11. Meßgerät entfernen und Leitungen an -X90 direkt anschließen.

Achtung: *Schaltplan beachten! Das Verpolen der Anschlüsse führt zum Zerstören des Heizelements im Resonatormodul! Folge dessen ist eine Instabilität des Lasersystems (unregelmäßige Leistungsschwankungen)!*

Abbildung 8.6 *Resonatormodul einsetzen*

12. Neue O-Ringe (mit neuem Resonatormodul mitgeliefert) in die Kühlwasseranschlüsse im Laserkopf einsetzen.

Achtung: *Verschmutzungen der „O-Ring-Sitze“/“O-Ring-Vertiefungen“ und der O-Ringe selbst sind zu vermeiden. Auf korrekten Sitz der O-Ringe ist zu achten.*

Achtung: *Vor dem Einbau des Resonatormoduls kontrollieren, daß sämtliche Klebebänder (Strahlaustritt, Kühlwassereintritt) wieder entfernt wurden. Bei Nichtbeachten können schwere Schäden am Laser auftreten (Brandgefahr, gestörter Kühlwasserdurchfluß).*

Achtung: *Beim Einbau der neuen Komponenten darauf achten, daß die Fasern nicht eingeklemmt werden!*

13. Resonatormodul auf die Paßstifte schieben.

14. Die dem neuen Resonatormodul beiliegenden Befestigungsschrauben einsetzen und über Kreuz anziehen.

15. Staubschutzkappe(n) vom Resonatormodul und der/den Glasfaserleitung(en) entfernen und Glasfaser(n) anschließen (1) (Abbildung 8.7).

Achtung: *Dabei kein Werkzeug verwenden! Beschädigungsgefahr!*

Hinweis: *Beim PowerLine E/EL mit zwei Dioden auf den richtigen Anschluß der jeweiligen Glasfasern achten.*

16. SMA-Stecker HF-Leitung (2) und SMB-Stecker Q-Switch Interlock-Leitung (3) anklemmen.

Abbildung 8.7 *Resonatormodul anschließen*

Abbildung 8.8 *Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken*

Hinweis: *Den Beutel mit den Staubschutzkappen und Kurzschlußbrükken nach Beenden der Arbeiten wieder an der Diodenseite des Laserkopfes befestigen (siehe Abbildung 8.8).*

8.1.2 Montage der SHG-Umlenkeinheit

Abbildung 8.9 *Umlenkeinheit einbauen*

1. Klebeband vom Strahlenausgang des Resonatormoduls entfernen.
2. Faltenbalg zwischen Umlenkeinheit und Resonatormodul einsetzen, Umlenkeinheit auf die Paßstifte aufsetzen und auf die korrekte Lage des Faltenbalges achten.

Achtung: *Vor dem Einbau der Umlenkeinheit die Kennzeichnung der Wellenlänge kontrollieren (Aufkleber „532 nm“)! Verwechslungen führen zur Beschädigung optischer Komponenten!*

3. Umlenkeinheit festschrauben; anschließend Anschlußstecker (-X25) des Shuttermoduls an der Diodenseite des Laserkopfes einstecken und festschrauben.

Achtung: *Anschlußstecker nur von Hand festziehen, um evtl. Beschädigungen am Gewinde durch Werkzeugeinsatz zu verhindern!*

8.1.3 Software-Einstellungen SHG

Abbildung 8.10 *LaserControlPanel (1)*

1. PC starten und WINDOWS® hochfahren.
2. LaserControlPanel starten.

Hinweis: *Die Startzeit des LaserControlPanels beträgt ca. 15 Sekunden.*

3. Unter „Service“ den Wert „Programmed lower frequency limit“ nach Paßworteingabe auf **15.000 Hz** setzen.

Abbildung 8.11 *LaserControlPanel (2)*

4. Unter „Service“ die Optionen „**15 min preheating**“ und „**CW-mode disabled**“ setzen.

Achtung: Werden die beiden Optionen nicht gesetzt, wird das Resonatormodul zerstört!

8.1.4 Dichtheitskontrolle

Abbildung 8.12 *Interlockschalter überbrückt*

1. Interlockschalter (Abbildung 8.4) brücken.

⚠ ***Achtung:*** *Das Einschalten der Laseranlage darf bei überbrücktem Interlock nur zu Test-/Meßzwecken unter Aufsicht erfolgen! Ein Produzieren ist bei überbrücktem Interlock grundsätzlich verboten!*

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

⚠ ***Achtung:*** *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 211)!* ***Laserschutzbrille verwenden, die auf die Wellenlänge des SHG-Lasers (532 nm) abgestimmt ist!***

3. Netzstecker der Laseranlage einstecken, Hauptschalter einschalten.

⚠ ***Achtung:*** *Kann der Not-Aus-Taster/Hauptschalter der Laseranlage nicht erreicht werden, muß immer eine zweite Person anwesend sein, die im Notfall den Not-Aus-Taster/Hauptschalter betätigen kann.*

Abbildung 8.13 *Leckkontrolle*

⚠ ***Achtung:*** *Bei Anlagen, bei denen der Kühler* ***oberhalb*** *des Laserkopfes eingebaut ist, Wasserkreislauf öffnen.*

4. Kühler einschalten und Leckkontrolle des Kühlkreislaufes im Bereich des Resonatormoduls und auf der Diodenseite durchführen.

⚠ ***Achtung:*** *Bei Kühlwasseraustritt ist die Laseranlage sofort über den Not-Aus-Taster/Hauptschalter stillzusetzen! Leckstellen sind zu beseitigen!*

ℹ ***Hinweis:*** *Neben der visuellen Kontrolle wird die Verwendung von stark saugfähigem Papier zur Leckkontrolle empfohlen.*

8.1.5 Leistungseinstellung und Überprüfung des SHG-Lasers

Abbildung 8.14 *Laserstrahl prüfen*

1. Aufheizphase von 15 min abwarten.
2. Shutter öffnen, Frequenz auf 50 kHz stellen und von 8 A den Strom langsam hochregeln und den Austritt des Lasers auf einer Wandlerscheibe (siehe Kapitel 3) prüfen..

Achtung: Wandlerscheibe verwenden, die auf die Wellenlänge des SHG-Lasers (532 nm) abgestimmt ist!

Hinweis: *Die Laserschwelle ist bei etwa **10 A** (grünes Laserlicht sichtbar).*

Achtung: *Sollten bei ca. **30 A** und **50 kHz** nicht mindestens **2 W** Laserleistung erreicht werden, ist Rücksprache mit ROFIN-SINAR zu halten.*

3. Shutter schließen.

Achtung: *Korrektes Schließen des Shutters mit der Wandlerscheibe überprüfen!*

Hinweis: *Wenn der Hauptschalter ausgeschaltet wird, muß vor weiteren Arbeiten die Aufheizphase von 15 min nochmals abgewartet werden!*

8.1.6 SHG-Positionierlaser montieren

Abbildung 8.15 *Positionierlasergehäuse montieren*

1. Klebeband vom Strahlenein- und Strahlausgang des Positionierlasergehäuses entfernen.

⚠ ***Achtung:*** *Vor dem Einbau des Positionierlasers die Kennzeichnung der Wellenlänge kontrollieren (Aufkleber „532 nm“)! Verwechslungen führen zur Beschädigung optischer Komponenten!*

2. Positionierlasergehäuse montieren und Anschlußstecker (-X38) einstekken.

⚠ ***Achtung:*** *Anschlußleitungen des Positionierlasers beim Einbau nicht quetschen, einklemmen oder abscheren!*

3. Justage des Hauptlasers (siehe Punkt 6.3.1, Seite 102) und des Positionierlasers (siehe Punkt 6.3.3, Seite 122) überprüfen und ggf. korrigieren.
4. Shutter schließen.

8.1.7 SHG-Strahlaufweitung montieren

Abbildung 8.16 *Strahlaufweitung montieren*

Achtung: *Vor dem Einbau der Strahlaufweitung die Kennzeichnung der Wellenlänge kontrollieren (Aufkleber „532 nm“)! Verwechslungen führen zur Beschädigung optischer Komponenten!*

1. Strahlaufweitung mit Halterung wieder einbauen; auf die korrekte Lage der Faltenbalge achten.

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

2. Strahljustage des Lasers nach der Strahlaufweitung prüfen und ggf. justieren (siehe Punkt 6.3.1, Seite 102).

Hinweis: *Die Justage muß hier mit einer Frequenz von 50 kHz und einem Strom, bei dem eine Leistung von 2 W erreicht wird, erfolgen.*

3. Fokuspunkt des Lasers prüfen und ggf. justieren (siehe Punkt 6.3.2, Seite 119).
4. Faltenbalge an der Strahlaufweitung vollständig montieren.
5. Hauptschalter ausschalten.

8.1.8 SHG-Galvokopf montieren

Abbildung 8.17 *Galvokopf montieren*

Abbildung 8.18 *Maschinenkonfiguration starten*

⚠ ***Achtung:*** *Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

⚠ ***Achtung:*** *Vor dem Einbau des Galvokopfes die Kennzeichnung der Wellenlänge kontrollieren (Aufkleber „532 nm“)! Dies gilt auch für am Galvokopf montierte optische Komponenten (Feldoptik). Verwechslungen führen zur Beschädigung optischer Komponenten!*

1. Galvokopf montieren und anschließen.
2. Fokusabstand anhand der Aufkleber auf dem Galvokopf kontrollieren, ggf. nachstellen.
3. Lasersystem gegen Einschalten sichern (Schlüssel vom Schlüsselschalter abziehen).
4. Hauptschalter einschalten, Aufheizphase von 15 min abwarten.
5. Währenddessen Maschinenkonfiguration starten.

Abbildung 8.19 *Maschinenkonfiguration SHG-Modell einstellen (1)*

6. Unter „Miscellaneous“ den Wert „Default Frequency“ auf **50.000 Hz** und den Wert für „Min. Frequency“ auf **15.000 Hz** setzen.

Abbildung 8.20 *Maschinenkonfiguration SHG-Modell einstellen (2)*

7. Feldkorrektur-Datei für den verwendeten Galvokopf und **532 nm** Feldoptik laden.

Hinweis: *Durch die unterschiedliche Wellenlänge kann die Feldkorrektur für 1064 nm nicht verwendet werden!*

Abbildung 8.21 *Leistungsmessung*

Achtung: *Vor dem Messen der Laserleistung die Einstellung des Meßgerätes auf die korrekte Wellenlänge (532 nm) kontrollieren! Meßkopf während des Meßvorgangs nicht überhitzen! Die Verwendung des separat erhältlichen Kühladapters (siehe Kapitel 3) wird empfohlen.*

8. Nach Ablauf der Aufheizzeit Leistungsmeßgerät außerhalb des Fokus positionieren.

9. Maximalleistung gemäße Tabelle „Lasertyp - Leistung“ auf Seite 69 einstellen.

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 211)!*
Laserschutzbrille verwenden, die auf die Wellenlänge des SHG-Lasers (532 nm) abgestimmt ist!
Sollten bei ca. ***30 A*** *und* ***50 kHz*** *nicht mindestens* ***2 W*** *Laserleistung erreicht werden, ist Rücksprache mit ROFIN-SINAR zu halten.*

8.1.9 Feinjustage SHG

Abbildung 8.22 *Feinjustage*

1. Shutter öffnen.
2. Feinjustage am SHG-Potentiometer durchführen:
   - Potentiometer max. 45° in eine Richtung verdrehen,
   - 2 bis 3 Minuten warten, bis ein stationärer Zustand erreicht ist,
   - Einstellung und Messung wiederholen, bis die maximale Laserleistung anliegt.

Hinweis: *Notieren, um welchen Winkel das Potentiometer in welche Richtung verdreht wurde, um ggf. die Ausgangsstellung wieder einstellen zu können. Erfolgt in einer Drehrichtung keine Erhöhung der Laserleistung, ist das Potentiometer nach dem Einstellen der Ausgangsstellung in die andere Richtung zu verdrehen. Das Maximum der Laserleistung sollte sich innerhalb einer Umdrehung des Potentiometers befinden.*

Achtung: *Meßkopf während des Meßvorgangs nicht überhitzen! Die Verwendung des separat erhältlichen Kühladapters (siehe Kapitel 3) wird empfohlen.*

3. Maximalleistung gemäße Tabelle „Lasertyp - Leistung“ auf Seite 69 begrenzen.
4. Shutter schließen.
5. Sperrverhalten des Q-Switch einstellen:

Hinweis: *Das Sperrverhalten des Q-Switch ist bei den verschiedenen Lasertypen nach unterschiedlichen Verfahren einzustellen.*

Achtung: *Maßnahmen zum Schutz vor Laserstrahlung ergreifen (siehe Seite 211)!*
Laserschutzbrille verwenden, die auf die Wellenlänge des SHG-Lasers (532 nm) abgestimmt ist!

8.1.10 Leistungseinstellung HG-24 SHG

Abbildung 8.23 *Interlockschalter*

RSM PowerLine 20E/EL SHG:

Hinweis: *Bei diesem SHG-Modell steht systembedingt immer Leckleistung an. Durch die beschriebene Vorgehensweise wird der beste Sperrpunkt bei geöffnetem Shutter und eingeschaltetem Laserstrahl eingestellt.*

– Voreinstellung der Betriebsspannung nach Punkt 7.6.5, Seite 185 durchführen.

Hinweis: *Die Überprüfung der Leckleistung mit einem IR-Wandlerschirm ist bei SHG-Modellen nicht durchzuführen.*

– **20 kHz** und einen Strom für ca. **8 W** Laserleistung einstellen.
– Shutter öffnen.
– Laserstrahl einschalten.
– Am Potentiometer des HF-Treibers so lange regeln, bis maximale Laserleistung erreicht wird.
– 2 bis 3 Minuten warten, bis ein stationärer Zustand erreicht ist.
– Einstellung und Messung wiederholen, bis die maximale Laserleistung anliegt.
– Shutter schließen.

RSM PowerLine 12E/25E SHG:

– Einstellung nach Punkt 7.6.5, Seite 185 durchführen.

Hinweis: *Steht bei diesen SHG-Modellen Leckleistung an, ist die Fehlersuche nach Punkt 5.5, Seite 83, durchzuführen.*

1. Hauptschalter ausschalten.
2. Netzstecker ziehen.
3. Brücke vom Interlockschalter entfernen.
4. Abdeckungen des Laserkopfes montieren.
5. Laseranlage in Betrieb nehmen.
6. Laserleistung nach dem Galvokopf (am Werkstück) mit Leistungsmeßgerät überprüfen und eine Testbeschriftung durchführen. Meßwerte in das Logbuch eintragen.

8.2 Demontage von SHG-Komponenten

Abbildung 8.24 *Anschlußstecker Galvokopf*

1. Anschlußstecker des Galvokopfes (1) (Abbildung 8.24) lösen und abziehen.

⚠ ***Achtung:*** *Anschlußkabel des Galvokopfes nur spannungsfrei stecken oder abziehen!*
Bei Nichtbeachten wird der Galvokopf beschädigt!

Abbildung 8.25 *Galvokopf demontieren*

2. Befestigungsschrauben (1) (Abbildung 8.25) lösen.
3. Galvokopf abziehen.

Abbildung 8.26 *Eintrittsöffnung abdecken*

4. Eintrittsöffnung mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen in Inneren des Galvokopfes zu verhindern.

Abbildung 8.27 *Strahlaufweitung ausbauen*

5. Beide seitliche Abdeckungen des Laserkopfes öffnen.

Achtung: *Vor Ausbau der Strahlaufweitung die Kennzeichnung der Wellenlänge an der Strahlaufweitung kontrollieren und ggf. neue Kennzeichnung anbringen (Aufkleber „532 nm“)! Verwechslungen führen zur Beschädigung optischer Komponenten!*

6. Strahlaufweitung (1) (Abbildung 8.27) inklusive Halterung (2) ausbauen.
7. Strahlaufweitung aus der Halterung herausschrauben.
8. Strahlaufweitung mit Abdeckungen verschließen, um Verschmutzungen zu verhindern.
9. Strahlverrohrung (1) (Abbildung 8.28) des Laserkopfes ausbauen.

Abbildung 8.28 *Strahlverrohrung demontieren*

Abbildung 8.29 *Positionierlasergehäuse öffnen*

Achtung: *Vor dem Öffnen des Positionierlasergehäuses die Kennzeichnung der Wellenlänge kontrollieren und ggf. neue Kennzeichnung anbringen (Aufkleber „532 nm“)! Verwechslungen führen zur Beschädigung optischer Komponenten!*

10. Positionierlasergehäuse öffnen.

Abbildung 8.30 *Positionierlaser abklemmen und Gehäuse ausbauen*

11. Anschlußstecker -X38 (1) (Abbildung 8.30) des Positionierlasers abziehen.

Achtung: *Vor dem Ausbau des Positionierlasergehäuses die Kennzeichnung der Wellenlänge kontrollieren und ggf. neue Kennzeichnung anbringen! Verwechslungen führen zur Beschädigung optischer Komponenten (Aufkleber „532 nm“)!*

12. Befestigungsschrauben des Positionierlasergehäuses (2) lösen; Gehäuse herausziehen.

Abbildung 8.31 *Positionierlasergehäuse verschließen*

13. Positionierlasergehäuse mit dem passenden Deckel (Kennzeichnung der Wellenlänge) verschließen.

14. Strahlenein- und -ausgang des Positionierlasergehäuses mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen zu verhindern.

Abbildung 8.32 *Anschlußstecker Shuttermodul*

15. Anschlußstecker (-X25) des Shuttermoduls (1) (Abbildung 8.32) an der Diodenseite des Laserkopfes lösen.

Achtung: *Bei der notwendigen Verwendung von Werkzeug keine Gewalt anwenden! Anschlußstecker nicht beschädigen!*

Abbildung 8.33 *Befestigungsschrauben Umlenkeinheit*

16. Drei Befestigungsschrauben der Umlenkeinheit lösen.

Achtung: *Vor dem Ausbau der Umlenkeinheit die Kennzeichnung der Wellenlänge kontrollieren und ggf. neue Kennzeichnung anbringen! Verwechslungen führen zur Beschädigung optischer Komponenten (Aufkleber „532 nm“)!*

17. Umlenkeinheit nach vorn von den Paßstiften abziehen und herausnehmen.

Abbildung 8.34 *Umlenkeinheit verschließen*

18. Strahlenein- und -ausgang sowie die Zerstreuungslinse an der Unterseite der Umlenkeinheit mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen zu verhindern.

Abbildung 8.35 *Strahlenausgang Resonatormodul*

19. Faltenbalg vom Resonatormodul abnehmen.

20. Strahlenausgang des Resonatormoduls mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen auf dem antireflexbeschichtetem Austrittsfenster des Resonatormoduls zu verhindern.

Abbildung 8.36 *Resonatormodul abklemmen*

21. Glasfaserleitung(en) nach vorherigem Lösen der Überwurfmutter abziehen.

Achtung: *Dabei kein Werkzeug verwenden! Beschädigungsgefahr!*

Hinweis: *Beim PowerLine E/EL mit zwei Dioden/zwei Glasfaserleitungen ist zu kennzeichnen, an welchem Anschluß die jeweilige Glasfaser angeschlossen war. Dadurch wird ein Verwechseln ausgeschlossen, das zu Fehlfunktionen führen kann.*

22. Staubschutzkappen auf die Glasfaser(n) und die Anschlüsse am Resonatormodul (1) (Abbildung 8.36) anbringen.

23. Heizelements am Anschluß -X90 abklemmen.

Abbildung 8.37 *Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken*

Hinweis: *Ein Beutel mit Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken befindet sich an der Diodenseite des Laserkopfes (Abbildung 8.37). Den Beutel mit den Staubschutzkappen und Kurzschlußbrücken nach Beenden der Arbeiten wieder dort befestigen.*

24. SMA-Stecker HF-Leitung (2) (Abbildung 8.36) und SMB-Stecker Q-Switch Interlock-Leitung (3) abklemmen.

Abbildung 8.38 *Resonatormodul lösen*

Achtung: *Bei Anlagen, bei denen der Kühler **oberhalb** des Laserkopfes eingebaut ist, sind vorher Maßnahmen zu treffen, daß am Laserkopf der Wasserkreislauf (z. B. durch Einbau entsprechender Edelstahlventile etc.) unterbrochen wird, um das Nachfließen von Kühlwasser auszuschließen.*

25. Stark saugfähiges Papier (z. B. Küchenkrepp) unterhalb des Resonatormoduls einschieben, um evtl. austretendes Kühlwasser aufzusaugen.

26. Befestigungsschrauben des Resonatormoduls lösen. Resonatormodul 1 bis 2 mm schräg nach hinten kippen, damit das Modul belüftet wird (es entsteht ein „saugendes“ Geräusch).

Hinweis: *Resonatormodul dabei festhalten, um ein Herauskippen und damit unkontrollierten Kühlwasseraustritt zu verhindern.*

Abbildung 8.39 *Resonatormodul ausbauen*

27. Resonatormodul von den Paßstiften ziehen und anschließend wie in Abbildung 8.39 dargestellt herauskippen, um den Austritt von im Resonatormodul verbliebenem Kühlwasser zu verhindern. Dabei auch die Befestigungsschrauben gegen Herausfallen sichern.

Hinweis: *Eventuell ausgetretenes Kühlwasser mit einem Lappen beseitigen. Dabei ist auch die Diodenseite des Laserkopfes auf ausgetretenes Kühlwasser zu kontrollieren.*

Abbildung 8.40 *O-Ringe*

28. O-Ringe (1) (Abbildung 8.40) entfernen.

Abbildung 8.41 *Kühlwasserleitung ausblasen*

29. Kühlwasserleitung mit Hilfe gereinigter, ölfreier Druckluft (**1 - 2 bar**), Druckluft aus der Dose oder Stickstoff (N_2) (**1 - 2 bar**) ausblasen. Im Resonatormodul verbliebenes Kühlwasser kann zu Korrosion oder z. B. während des Transports bei Frostwetter zu Beschädigungen führen.

⚠ ***Achtung:*** *Erstickungsgefahr bei zu hoher Stickstoffkonzentration in der Umgebungsluft! Die zulässigen Grenzwerte dürfen keinesfalls überschritten werden!*

Abbildung 8.42 *Kühlwasseranschluß verschließen*

30. Kühlwasseranschluß mit Klebeband (zu verwendendes Klebeband: siehe Kapitel 3) abdecken, um Verschmutzungen im Inneren des Resonatormoduls zu verhindern.

Abbildung 8.43 *Relaisplatine*

31. Anschlußleitung für das Heizelement an der Relaisplatine an der Diodenseite des Laserkopfes abklemmen.

32. Leitung zur Diodenseite durchziehen und Leitung dem ausgebauten SHG-Resonatormodul beilegen.

33. Klemmen der Relaisplatine wieder festziehen.

9 Checkliste Power Line E

Adr.*	Parameter	Pw-M**	Standardwert	SHG II und THG	Eingestellter Wert
Diodenstrom; Diodenspannung					
(03)	Programmierte obere Stromgrenze	PW	(siehe Erklärungen)	(siehe Erklärungen)	
(05)	Programmierte untere Stromgrenze	PW	6,0 A	6,0 A	
(0D)	Schwellwert für Fehler: Diodenspannung zu hoch	PW	9,5 V Diodenspannung	9,5 V Diodenspannung	
(0E)	Schwellwert für Fehler: Diodenspannung zu niedrig	PW	0,5 V Diodenspannung	0,5 V Diodenspannung	
Pulsfrequenz					
(12)	Programmierte obere Frequenzgrenze	PW	200 kHz	200 kHz	
(14)	Programmierte untere Frequenzgrenze	PW	20,0 Hz	15 kHz	
Pulsunterdrückung					
(2A)	Restpegel Puls Minimum	PW	20	20	
(2D)	Stufe Puls Maximum	PW	100	100	
(32)	Restpegel CW Minimum	PW	1	1	
(35)	Stufe CW Maximum	PW	100	100	
Laserleistung					
(56)	Register	frei	0	0	
(53)	Programmierbarer Faktor	frei	10 W/V	10 W/V	
Kühlwassertemperatur					
(64)	Programmierter Sollwert für Wassertemperatur	PW	25,0 °C	25,0 °C	
(67)	Temperaturoffset (PT100-Leitungslängenausgleich)	PW	100 0,01 °C	100 0,01 °C	
(B5:7)	Wassertemperatur PID-Regelung (sonst: P-Regelung)	PW	aktiv	aktiv	
Durchflußmenge					
(6E)	Programmierbarer Schwellwert für Fehler: Durchfluß zu gering	PW	2,0 l/min	2,0 l/min	

Adr.*	Parameter	Pw-M**	Standardwert	SHG II und THG	Eingestellter Wert
Zeiten					
(9B)	Rückstellbare Betriebszeitzähler (für Laserdiode):	PW	min	min	
(81)	Eingestellte Vorlaufzeit momentan	frei	40 sec	40 sec	
(89	Eingestellte Erwärmungszeit momentan	frei	10 sec	10 sec	
(8D)	Eingestellte Nachlaufzeit momentan	frei	20 sec	20 sec	
(95)	Eingestellte Warnung Nachlaufzeit momentan	frei	120 sec	120 sec	
Optionen					
(B4:6)	Fernquitt/Fernstart	frei	inaktiv	inaktiv	
(B4:5)	Shutterdauerschutz	frei	aktiv	aktiv	
(B4:4)	Shutter- & Prozeßschutz	frei	aktiv	aktiv	
(B4:3)	Strahlzeitschutz	frei	aktiv	aktiv	
(91)	Strahlzeitschutz eingestellte Zeit	frei	20 sec	20 sec	
(B4:2)	Türkontaktüberwachung	frei	inaktiv	inaktiv	
(B4:1)	Shutterstromschutz (bei Shutterbetätigung Strom gesenkt)	frei	inaktiv	inaktiv	
(B5:0)	Vorlaufzeit 15 min. ab Netz ein	PW	inaktiv	aktiv	
(B5:1)	Erstpulsunterdrückung mit Pulsunterdrückungskarte	PW	inaktiv	inaktiv	
Pulsunterdrückungskarte					
(B5:2)	Durchflußmaximumüberwachung	PW	inaktiv	inaktiv	
(B5:4)	Überwachung des H2-Sensors (Kammer)	PW	inaktiv	inaktiv	
(B5:5)	Faserbruchüberwachung	PW	inaktiv	inaktiv	
(B5:6)	Überwachung des Kühlwasserpegels	PW	aktiv	aktiv	
(BE:0)	CW-Mode gesperrt	PW	inaktiv	aktiv	
(BE:1)	Gate-Überwachung	frei	inaktiv ***	inaktiv ***	

Erklärungen

* Adresse. Die einzelnen Parameter sind mit ihren „Adresse“ definiert, mit der zweistelligen hexadezimalen Zahl in Klammern. Die Adresse (nn:m) bezeichnet einzelne Bits in Registern, nn ist die Registeradresse, n ist die Bitnummer (0 … 7).

** Paßwortmodus. PW: Parameter mit dauerhaften Einstellwerten, paßwortpflichtig (Kundenpaßwort oder Servicepaßwort); frei: freie Parameter, Einstellung jederzeit frei möglich

*** Falls die Anlage mit einer kompatiblen VLM-Version ausgerüstet wird, ist die Gate-Überwachung aktiv zu schalten.

Stichwortverzeichnis

A

Abbildungsfehler
- Beschriftungsfehler *64*
- Fehlersuche *59*
- Fokussierfehler *60*
- Positionierfehler Galvokopf *63*
- Regelmäßige Leistungsschwankungen *62*
- Tonnen- und kissenförmige Verzerrung *59*
- Trapezförmige Verzerrung *60*
- Unregelmäßige Leistungsschwankungen *62*

Adapter Fadenkreuz
- Flansch Galvokopf E-Line *26*

Adapter Kühlung Meßkopf *67*

Adapter Kühlung Meßkopf E-Line *34*

ALI
- Neue ALI-Konfiguration laden *94*
- Systemeinstellungen kontrollieren *96*

ALI-Karte
- Erdung des PC-Einschubes *204*
- Wechsel *204*

Austauschset Warnleuchten *35*

B

Beschilderung *20*

Beschriftungsfehler
- Graustufenbeschriftung *65*
- Vektorbeschriftung *64*

Bestimmungsgemäßer Betrieb
- Sicherheitshinweise *7*

C

CE-Richtlinien *7*

Checkliste Power Line E *235*

D

Darstellungsmittel *2*

Demontage SHG-Komponenten *226*

Diodenleistung
- Messen *78*
- Teilesatz Diodenleistungsmessung *24*

Diodenmodul
- abklemmen *160*
- anschließen *165*
- ausbauen *161*
- Austauschset *162*
- einsetzen *164*
- kurzschließen *161*
- Wechsel *158*

Diodenspannung messen *85*

Diodenstrom messen *86*

Drehmomentschlüssel *31*, *165*

Druckluftdose *33*, *154*, *232*

E

Einstellung und Reparatur von SHG-Modellen *211*

Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (ESD) *15*, *159*, *204*

Entsorgungshinweise *20*

Erdung
- PC-Einschub *204*

ESD
- *Siehe* Elektrostatisch gefährdete Bauelemente

ESD-Handgelenkband *204*
- mit Spiralkabel *24*

F

Fadenkreuz *24*
- für Anlagen mit Pilotlaser *25*, *26*
- für Anlagen ohne Pilotlaser *25*

Faserfixierung *172*, *175*

Fehlersuche
- Abbildungsfehler *59*
- Beschriftungsfehler *64*
- Not-Aus-Kreis *66*

Fehlersuche und Fehlerbehebung *59*

Fein-Meßspitzen *30*, *191*

Filtermatten
- Wechsel *206*

Fokuspunkt
- Justage *119*

Fokussierlinse
- Reinigung
  - Galvokopf mit eingeschraubtem Schutzglas *44*
  - Galvokopf mit Schutzglasschieber *39*

G

Galvokopf
- Betriebsspannung einstellen *132*, *140*
- Demontage *130*
- Galvokopf mit eingeschraubtem Schutzglas
  - blockiertes Schutzglas lösen *43*, *136*
- Galvokopf mit in die Optik eingeschraubtem Schutzglas
  - Reinigung Schutzglas und Fokussierlinse *42*
- Galvokopf mit Schutzglasschieber
  - Reinigung *38*
- montieren und anschließen
  - nach Laserjustage *108*, *117*
  - nach Reinigung optischer Komponenten *41*, *47*, *139*
  - nach Wechsel optischer Komponenten *132*
  - Umbau zum SHG-Modell *221*
- Reinigung *38*
- Wechsel *129*

Galvokopf mit in die Optik eingeschraubtem Schutzglas *135*
Galvokopf mit Schutzglasschieber *129*

Galvokopf mit eingeschraubtem Schutzglas
blockiertes Schutzglas abschrauben *44*, *137*

Glasfaserleitungen
abklemmen *171*
einlegen *174*
Reinigung *56*
Wechsel *171*

Grundeinstellung des Halters der Strahlaufweitung *114*

Gültigkeitsbereich des Reparaturhandbuches *2*

Gummihandschuhe
für Reinigungsarbeiten *33*

H

Hauptlaser
Justage *102*
Strahlaufweitungshalter mit Winkeljustage *109*
Strahlaufweitungshalter ohne Winkeljustage *102*

HF-Generator
Ausbau HG-24 *177*
Ausbau HG-25 *179*, *180*
Betriebsspannung HG-24 einstellen *182*
Einbau HG-25 *179*
HF-Leistung HG-24 einstellen *185*
HF-Leistung HG-25 einstellen *188*
Wechsel *177*

HF-Leistung
HF-Leistungsmeßgerät *29*
Messen *83*

Hilfsmittel *23*

Hochvakuumfett *34*

I

Interlockschalter *17*
Anschlußstecker -X28 für externen Interlock *18*
Externer Interlock *18*

Interne Leistungsmessung
Justagearbeiten *126*
Wechsel *201*

IR-Wandlerschirm LDT-007 *28*

Isopropanol *32*, *37*
Gefahren *37*

J

Justagearbeiten *99*
Fokuspunkt *119*
Hauptlaser *102*
Strahlaufweitungshalter mit Winkeljustage *109*
Strahlaufweitungshalter ohne Winkeljustage *102*
Interne Leistungsmessung *126*
Laserkopf *100*
Laserstrahl *102*
Positionierlaser *122*
Strahlabschwächer *124*
Strahlaufweitung *108*

Justagetubus Galvokopf *27*

Justierblende Strahlaufweitung *26*, *107*

K

Kalibrieren
Motorventil Kühlkreislauf *207*

Klebeband *31*

Konfiguration laden *88*
Anlage mit Bedienfeld *88*
Anlage ohne Bedienfeld *91*
Mit MCT-Software *92*
Ohne MCT-Software *93*

Kontaktadressen *3*

Kühler
Wechsel *208*
Wechsel 19"-Einschub *209*
Wechsel Versorgungsschrank *208*

L

Laser
Betrieb des *8*
Sicherheitshinweise *10*

LaserControlPanel
Überprüfung vor Justagearbeiten *99*

Laserkopf
Justage *100*

Laserschutzbrille *23*, *217*, *223*, *224*
Version für Brillenträger *23*

Laserstrahl
Justage *102*

Laserstrahlung
Maßnahmen zum Schutz vor *11*, *67*, *100*, *102*, *119*, *122*, *124*, *142*, *151*, *158*, *171*, *177*, *196*, *199*, *201*, *203*, *204*, *207*, *208*, *211*

Lasersystem
Sicherheitshinweise *10*

LCP
Siehe LaserControlPanel

Leistungsmeßgerät *28*

Leistungsmessung
Diodenleistung *78*
HF-Leistung *83*
Laserleistung *67*
Auswerten der Messung *72*
Durchführen der Messung *70*
Leistungswerte Laserleistung *69*
Meßpunkte Laserleistung *67*

Linsenreinigungspapier *32*, *37*

M

MCT-Software
Überprüfung vor Justagearbeiten *100*

Meßadapter
Galvospannung *30*
HG-24 Signale, SubD9 *30*

Meßkopf Laserleistung positionieren
am Ausgang der Umlenkeinheit *75*
am Ausgang des Resonatormoduls *76*
am Galvoflansch *74*
Diodenleistung *78*
nach dem Galvokopf *67*

Meßmittel *23*

MICO-Controller
Wechsel *196*
Wechsel 19"-Einschub *196*
Wechsel Versorgungsschrank *196*

Montage der SHG-Komponenten
Dichtheitskontrolle *217*
Feinjustage SHG *224*
Leistungseinstellung HG-24 SHG *225*
Leistungseinstellung und Überprüfung des SHG-Lasers *218*
Montage der SHG-Umlenkeinheit *215*
Montage des SHG-Resonatormoduls *211*
SHG-Galvokopf montieren *221*
SHG-Positionierlaser montieren *219*
SHG-Strahlaufweitung montieren *220*
Software-Einstellungen SHG *216*

Montage und Einstellung von SHG-Komponenten *211*

Motorventil Kühlkreislauf
Kalibrieren *207*

Multimeter *28*

N

N_2
Siehe Stickstoff

Netzteil HN80x
Wechsel *199*
Wechsel 19"-Einschub *200*
Wechsel Versorgungsschrank *199*

Not-Aus-Einrichtungen *16*

Not-Aus-Kreis
Fehlersuche *66*

O

Optische Komponenten
Reinigung *37*

P

PC-Einschub
Erden bei Arbeiten an der ALI-Karte *204*

Poly-Stretch Handschuhe *33*, *38*

Positionierlaser
anschließen
Umbau zum SHG-Modell *219*
Justage *122*
Sicherheitshinweise *12*
Vorjustage *194*
Wechsel *192*

Potentialausgleich *15*, *158*, *204*
bein Wechsel des Diodenmoduls *159*

Potentiometer HG-25
19"-Einschub *183*, *189*
Versorgungsschrank *183*, *189*

Präzisions-Thermometer *29*, *169*, *176*

Präzisions-Wasserwaage *32*

R

Reinigung
Galvokopf *38*
Galvokopf mit eingeschraubtem Schutzglas
Fokussierlinse *44*
Galvokopf mit in die Optik eingeschraubtem Schutzglas
Schutzglas und Fokussierlinse *42*
Galvokopf mit Schutzglasschieber
Fokussierlinse *39*
Glasfaserleitungen *56*
optische Komponenten *37*
Resonatormodul *56*
Schutzglas
Galvokopf mit Schutzglasschieber *38*
Strahlabschwächer *55*
Strahlaufweitung *54*
Umlenkspiegel *48*
Umlenkspiegel Positionierlaser *53*
Umlenkspiegel Umlenkeinheit *48*
mit Einstellschrauben an der Deckelseite *48*
mit Einstellschrauben an der Strahlaustrittsseite *50*

Reinigungsarbeiten
Gummihandschuhe und Staubschutzmaske *33*

Reparaturarbeiten *129*

Resonatormodul
abklemmen *152*, *230*
anschließen *155*
Umbau zum SHG-Modell *214*
Ansicht SHG-Version *211*
ausbauen *153*
Umbau zum IR-Modell *231*
einsetzen *155*
Umbau zum SHG-Modell *214*
Leckkontrolle Kühlkreislauf *156*, *217*
Reinigung *56*
Wechsel *151*

S

Schalter -S4
19"-Einschub *65*
Versorgungsschrank *65*

Schutzglas
Galvokopf mit eingeschraubtem Schutzglas
blockiertes Schutzglas abschrauben *44*, *137*
Reinigung
Galvokopf mit Schutzglasschieber *38*
Wechsel *141*

Schutzmaßnahmen
Organisatorische *20*
Persönliche *19*

SHG-Potentiometer *224*

SHG-Resonatormodul *212*
Anschluß Heizelement *212*

Shuttermodul
abklemmen *147*
Umbau zum IR-Modell *228*
anschließen *150*
Umbau zum SHG-Modell *215*
ausbauen *149*
einsetzen *150*
Wechsel *147*

Sicherheitseinrichtungen *17*
Interlock-Kreise *19*
Interlockschalter
Externer Interlock *18*

Sicherheitshinweise *7*
Allgemeine *8*
bestimmungsgemäßer Betrieb *7*
Elektrik *14*
Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (ESD) *15*
Gesundheitsschädliche Stoffe *19*
Isopropanol *37*
Laser Klasse 1 *10*
Laser Klasse 2 *10*
Laser Klasse 4 *10*
Lasersystem *10*
Positionierlaser *12*
Sonstige Gefahren *19*
Strahlengang *11*
Strahlengang Pilotlaser *12*
UV-Strahlung *19*
Wartungs- und Einstellarbeiten *13*

Staubschutzmaske
für Reinigungsarbeiten *33*

Stickstoff *9*, *154*, *232*

Strahlabschwächer
Justagearbeiten *124*
Reinigung *55*
Wechsel *203*

Strahlaufweitung
Justage *108*
Reinigung *54*
Wechsel *142*

Strahlaufweitung in X- und Y-Richtung einstellen *115*, *117*

Strahlschutzzeit *99*

Strommessung Heizelement *212*

T

Teilesatz Diodenleistungsmessung *24*

Temperaturmessung Dioden *87*

Thermometer
Siehe Präzisions-Thermometer

U

Überprüfung vor Justagearbeiten *99*

Umlenkeinheit
ausbauen *148*
Umbau zum IR-Modell *229*
einbauen *150*
Umbau zum SHG-Modell *215*

Umlenkspiegel
herausschrauben *49*, *143*
Oberen herausschrauben *51*, *144*
Reinigung *48*
Unteren herausschrauben *51*, *144*
Wechsel *143*

Unfallverhütungsvorschriften *8*

W

Wandlerscheibe *27*
am Ausgang des Diodenmoduls fixieren *78*, *166*
montieren *104*, *111*
zum Laserstrahl ausrichten *114*

Wandlerscheibe mit Fadenkreuz *27*

Wartungs- und Einstellarbeiten
Sicherheitshinweise zu *13*

Wasserwaage
Siehe Präzisions-Wasserwaage

Wechsel
ALI-Karte *204*
Diodenmodul *158*
Filtermatten *206*
Galvokopf *129*
Galvokopf mit in die Optik eingeschraubtem Schutzglas *135*
Galvokopf mit Schutzglasschieber *129*
Glasfaserleitungen *171*
HF-Generator *177*
Interne Leistungsmessung *201*
Kühler *208*
MICO-Controller *196*
Netzteil HN80x *199*
Optische Komponenten *129*
Partikelfilter und Deionisierbeutel *206*
Positionierlaser *192*
Resonatormodul *151*
Schutzglas *141*
Shuttermodul *147*
Strahlabschwächer *203*
Strahlaufweitung *142*
Umlenkspiegel *143*
Umlenkspiegel Positionierlaser *146*
Umlenkspiegel Umlenkeinheit *143*

Wellenlänge
1064 nm *10*
532 nm *10*, *217*, *218*, *223*, *224*
675 nm *10*
IR-Laser *10*
Positionierlaser *10*
SHG-Laser *10*

Werkzeuge *23*

Winkelverstellung der Strahlaufweitung *117*

Z

Zangen-Amperemeter *29*, *86*