

Originalbetriebsanleitung



FocusMonitor FM+ HPD

LaserDiagnosticsSoftware LDS

WICHTIG!

VOR DEM GEBRAUCH SORGFÄLTIG LESEN.

ZUR SPÄTEREN VERWENDUNG AUFBEWAHREN.

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlegende Sicherheitshinweise	7
2	Symbolerklärung	9
3	Über diese Betriebsanleitung	10
4	Bedingungen am Einbauort	10
5	Gerätebeschreibung	11
	5.1 Funktionsbeschreibung	11
	5.2 Messprinzip.....	11
6	Kurzübersicht Installation	12
7	Transport	13
8	Montage	14
	8.1 Sicherheitshinweise.....	14
	8.2 Vorbereitung.....	16
	8.3 Einbaulage	17
	8.4 Staubschutz des FS ³ abnehmen/einsetzen	17
	8.5 FocusMonitor FM+ HPD ausrichten.....	18
	8.5.1 Position des Gerätes zum Laserstrahl.....	18
	8.5.2 FocusMonitor FM+ HPD mit der Einrichtblende ausrichten.....	18
	8.6 FocusMonitor FM+ HPD montieren	20
9	Elektrischer Anschluss	21
	9.1 Anschlüsse	21
	9.2 Pinbelegung	22
	9.2.1 Spannungsversorgung.....	22
	9.2.2 PRIMES-Bus-RS485.....	22
	9.3 Anschluss an den PC und Stromversorgung anschließen.....	23
	9.4 FocusMonitor FM+ HPD mit dem PowerMonitor PM 48/100 an den PC anschließen.....	24
10	Schutzgasanschluss	25
11	Statusanzeige	25
12	Messen	26
	12.1 Sicherheitshinweise.....	26
	12.2 Hinweise der LaserDiagnosticsSoftware LDS beim Messen.....	27
	12.3 FS ³ vor jeder Messung reinigen (Tutorial-Video-Link).....	28
	12.4 FocusMonitor FM+ HPD mit der LaserDiagnosticsSoftware LDS verbinden.....	29
	12.4.1 Gerät verbinden	29
	12.4.2 Erscheint das Gerät nicht im Fenster Verbindungen	30
	12.4.3 Netzwerkadresse eines verbundenen Gerätes ändern.....	30
	12.5 Automatische Kaustikmessung durchführen.....	31
	12.5.1 Messmodus Automatische Kaustik wählen	31
	12.5.2 Einstellungen vornehmen (Gerätesteuerung > Einstellungen)	32
	12.5.3 Erweiterte Einstellungen vornehmen (Gerätesteuerung > Erweitert).....	33
	12.5.4 Sperrbereich definieren (Gerätesteuerung > Erweitert > Sperrbereich)	34
	12.5.5 Achsen verfahren (Gerätesteuerung > Erweitert > Achsen verfahren).....	35
	12.5.6 Automatische Kaustikmessung starten	36
	12.5.7 Anzeige der Messergebnisse	37
	12.5.8 Anzeige von Messabweichungen in der LaserDiagnosticsSoftware LDS.....	38
	12.5.9 Unsicherheiten in der Bestimmung der Strahlparameter	39

12.6	Tool Center Point (TCP) mit Hilfe des FocusMonitor FM+ HPD ermitteln	40
12.6.1	Abstand der Streustruktur im FS ³ zum Horizontalschlitten	41
13	Fehlerbehebung	42
14	Wartung und Service	43
15	Maßnahmen zur Produktentsorgung	43
16	Konformitätserklärung	44
17	Technische Daten	45
18	Abmessungen	46
19	Anhang	48
19.1	Rotationsscheibe wechseln (Tutorial-Video-Link)	48

PRIMES - das Unternehmen

PRIMES ist ein Hersteller von Messgeräten zur Laserstrahlcharakterisierung. Diese Geräte werden zur Diagnostik von Hochleistungslasern eingesetzt. Das reicht von CO₂-Lasern über Festkörperlaser bis zu Diodenlasern. Der Wellenlängenbereich von Infrarot bis nahe UV wird abgedeckt. Ein großes Angebot von Messgeräten zur Bestimmung der folgenden Strahlparameter steht zur Verfügung:

- Laserleistung
- Strahlabmessungen und die Strahlage des unfokussierten Strahls
- Strahlabmessungen und die Strahlage des fokussierten Strahls
- Beugungsmaßzahl M^2

Entwicklung, Produktion und Kalibrierung der Messgeräte erfolgt im Hause PRIMES. So werden optimale Qualität, exzellenter Service und kurze Reaktionszeit sichergestellt. Das ist die Basis, um alle Anforderungen unserer Kunden schnell und zuverlässig zu erfüllen.



PRIMES GmbH
Max-Planck-Str. 2
64319 Pfungstadt
Deutschland

Tel +49 6157 9878-0
info@primes.de
www.primes.de

1 Grundlegende Sicherheitshinweise

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Das Gerät wurde ausschließlich für Messungen im Strahl von Hochleistungslasern konzipiert.

Der Gebrauch zu irgendeinem anderen Zweck gilt als nicht bestimmungsgemäß und ist strikt untersagt. Des Weiteren erfordert ein bestimmungsgemäßer Gebrauch zwingend, dass Sie alle Angaben, Anweisungen, Sicherheits- und Warnhinweise in dieser Betriebsanleitung beachten. Es gelten die in Kapitel 17, „Technische Daten“, auf Seite 45 angegebenen Spezifikationen. Halten Sie alle genannten Grenzwerte ein.

Bei einem nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch können das Gerät oder die Anlage, in der das Gerät verwendet wird, beschädigt oder zerstört werden. Außerdem bestehen erhöhte Gefahren für Gesundheit und Leben. Verwenden Sie das Gerät nur auf solche Art, dass dabei keine Verletzungsgefahr entsteht.

Sollten Sie nach dem Lesen dieser Betriebsanleitung noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte zu Ihrer eigenen Sicherheit an PRIMES oder Ihren Lieferanten.

Geltende Sicherheitsbestimmungen beachten

Beachten Sie die sicherheitsrelevanten Gesetze, Richtlinien, Normen und Bestimmungen in den aktuellen Ausgaben, die von staatlicher Seite, von Normungsorganisationen, Berufsgenossenschaften u. a. herausgegeben werden. Beachten Sie insbesondere die Regelwerke zur Lasersicherheit und halten Sie deren Vorgaben ein.

Erforderliche Schutzmaßnahmen

Das Gerät misst direkte Laserstrahlung, emittiert selbst aber keine Strahlung. Bei der Messung wird der Laserstrahl jedoch auf das Gerät gerichtet. Dabei entsteht gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4). Die reflektierte Strahlung ist in der Regel nicht sichtbar.



GEFAHR

Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Laserstrahlung

Das Gerät misst direkte Laserstrahlung, emittiert selbst aber keine Strahlung. Bei der Messung wird der Laserstrahl jedoch auf die rotierende FS³ gerichtet. Dabei entsteht gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4). Die reflektierte Strahlung ist in der Regel nicht sichtbar.

- ▶ **Im Messbetrieb ist auch mit Laserschutzbrille und Schutzkleidung ein Sicherheitsabstand von 1 Meter zum Gerät einzuhalten.**
- ▶ **Schützen Sie sich bei allen Arbeiten mit dem Gerät vor direkter und reflektierter Laserstrahlung durch folgende Maßnahmen:**

- Lassen Sie das Gerät niemals unbeaufsichtigt Messungen durchführen.
- Wird das Gerät aus der ausgerichteten Position bewegt, entsteht im Messbetrieb erhöhte gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls. Befestigen Sie das Gerät so, dass es durch unbeabsichtigtes Anstoßen oder Zug an den Kabeln nicht bewegt werden kann.
- Installieren Sie Sicherheitsschalter oder Notfallsicherheitsmechanismen, die das sofortige Abschalten des Lasers ermöglichen.
- Verwenden Sie geeignete Strahlführungs- und Strahlabsorberelemente, die bei Bestrahlung keine gefährlichen Stoffe freisetzen und die dem Strahl hinreichend widerstehen können.
- Tragen Sie **Laserschutzbrillen (OD 6)**, die an die verwendete Leistung, Leistungsdichte, Laserwellenlänge und Betriebsart der Laserstrahlquelle angepasst sind.
- Tragen Sie **Schutzkleidung** oder **Schutzhandschuhe**, falls erforderlich.
- Schützen Sie sich vor direkter Laserstrahlung und Streureflexen nach Möglichkeit auch durch trennende Schutzeinrichtungen, die die Strahlung blockieren oder abschwächen.

Qualifiziertes Personal einsetzen

Das Gerät darf ausschließlich durch Fachpersonal bedient werden. Das Fachpersonal muss in die Montage und Bedienung des Gerätes eingewiesen sein und grundlegende Kenntnisse über die Arbeit mit Hochleistungslasern, Strahlführungssystemen und Fokussiereinheiten haben.

Umbauten und Veränderungen

Das Gerät darf ohne ausdrückliche Zustimmung des Herstellers weder konstruktiv noch sicherheitstechnisch verändert werden. Gleiches gilt für das nicht genehmigte Öffnen, Auseinandernehmen und Reparieren. Das Entfernen von Abdeckungen ist ausschließlich im Rahmen des bestimmungsgemäßen Gebrauchs gestattet.

Haftungsausschluss

Hersteller und Vertreiber schließen jegliche Haftung für Schäden und Verletzungen aus, die direkte oder indirekte Folgen eines nicht bestimmungsgemäßen Gebrauchs oder einer unerlaubten Veränderung des Geräts oder der zugehörigen Software sind.

2 Symbolerklärung

Folgende Symbole und Signalwörter weisen auf mögliche Restrisiken hin:



GEFAHR

Bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



WARNUNG

Bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



VORSICHT

Bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

ACHTUNG

Bedeutet, dass Sachschaden entstehen **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Am Gerät selbst wird auf Gebote und mögliche Gefahren mit folgenden Symbolen hingewiesen:



Warnung vor Laserstrahlung



Warnung vor Handverletzungen



Vor Inbetriebnahme die Betriebsanleitung und die Sicherheitshinweise lesen und beachten!

Weitere Symbole, die nicht sicherheitsrelevant sind:



Hier finden Sie nützliche Informationen und hilfreiche Tipps.



Mit der CE-Kennzeichnung garantiert der Hersteller, dass sein Produkt den Anforderungen der relevanten EG-Richtlinien entspricht.

- ▶ Handlungsaufforderung

3 Über diese Betriebsanleitung

Diese Dokumentation beschreibt die Installation und Konfiguration des FocusMonitor FM+ HPD und das Durchführen von Messungen mit der LaserDiagnosticsSoftware LDS.

Für den Messbetrieb des FocusMonitor FM+ HPD muss auf dem PC die LaserDiagnosticsSoftware LDS, Version 1.042 oder höher installiert sein. Die LaserDiagnosticsSoftware LDS in der Basisversion ist im Gerätelieferumfang enthalten.

Eine ausführliche Beschreibung der Softwareinstallation, der Dateiverwaltung und Auswertung der Messdaten entnehmen Sie bitte der gesonderten Betriebsanleitung LaserDiagnosticsSoftware LDS.

4 Bedingungen am Einbauort

- Das Gerät darf nicht in kondensierender Atmosphäre betrieben werden.
- Die Umgebungsluft muss frei von organischen Gasen sein.
- Schützen Sie das Gerät vor Spritzwasser und Staub.
- Betreiben Sie das Gerät nur in geschlossenen Räumen.



GEFAHR

Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Glassplitter

Durch eine mechanische Beschädigung des FS³ kann dieses im Messbetrieb zerstört werden. Durch die hohe Drehzahl des FS³ können herausgeschleuderte Glassplitter zu schweren Verletzungen der Haut, der Augen oder gar zum Verlust der Sehkraft führen.

- ▶ Betreiben Sie das Gerät nicht ohne den bogenförmigen Berührungsschutz vor dem FS³.
- ▶ Schützen Sie sich, durch das Aufstellen einer trennenden Abschirmwand zwischen dem Gerät und dem Bereich, indem sich Personen aufhalten.



GEFAHR

Brand- und Explosionsgefahr durch gestreute oder gerichtete Laserstrahlung

Im Betrieb des FocusMonitor FM+ HPD muss die Laserstrahlung hinter der Messzone vollständig absorbiert werden. Schamottesteine oder andere teilabsorbierende Oberflächen sind ungeeignet.

- ▶ Verwenden Sie einen geeigneten Absorber. PRIMES bietet, je nach Anwendung, passende Laser Leistungsmessgeräte zur dauerhaften Absorption an, z. B. den PowerMonitor PM 48/100.
 - ▶ Lagern Sie keine brennbaren Materialien oder leicht entzündlichen Stoffe am Messort.
-

5 Gerätebeschreibung

5.1 Funktionsbeschreibung

Der FocusMonitor FM+ HPD ist ein opto-mechanisch abtastendes Messsystem zur Analyse von kontinuierlicher Laserstrahlung im NIR (1 000 – 1 100 nm). Der Laserstrahl wird mit dem rotierenden FS³ auf der x-Achse abgetastet.

Mit dem Horizontal- und dem Vertikalschlitten wird das FS³ in der y-Achse und z-Achse verfahren, sodass die Eigenschaften des fokussierten Laserstrahls räumlich gemessen werden können.

Das FS³ ist mit einem Berührungsschutz versehen, um eine Beschädigung des FS³ zu vermeiden und bei einer Zerstörung des rotierenden FS³ herumfliegende Glassplitter abzubremesen. Betreiben Sie deshalb das Gerät nicht ohne den Berührungsschutz.

Der FocusMonitor FM+ HPD hat eine Ethernet-Schnittstelle für einen schnellen und sicheren Datenaustausch mit dem PC.

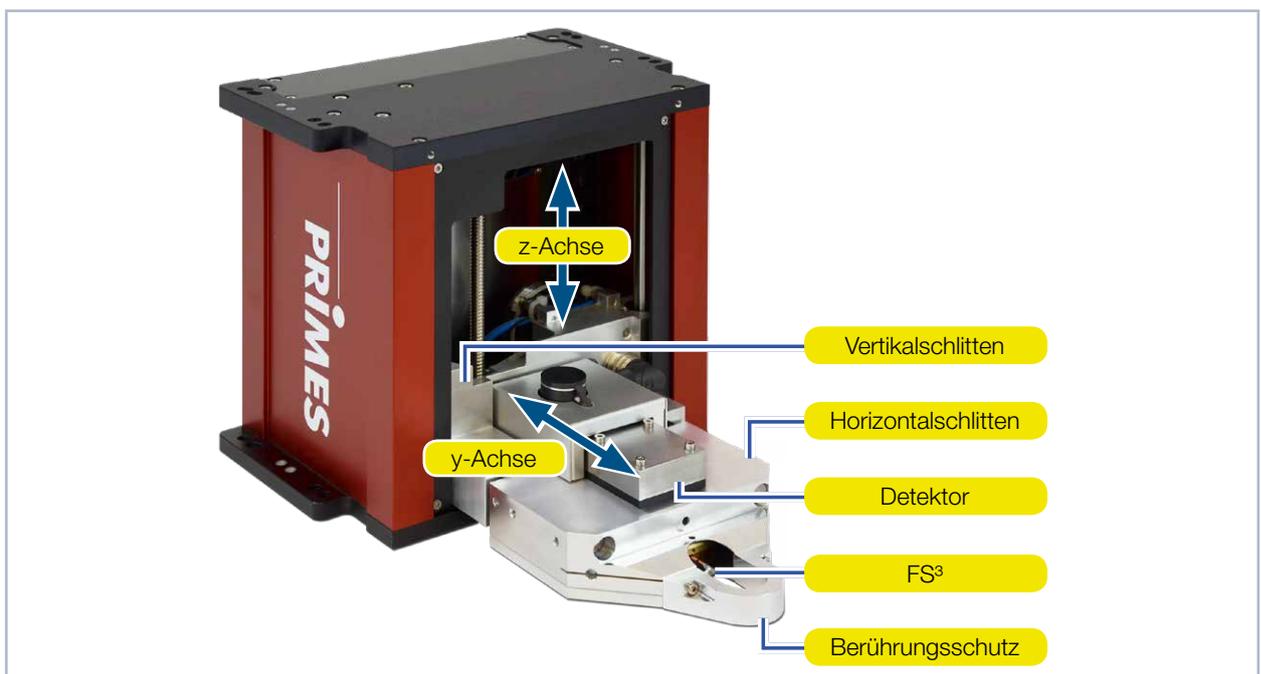


Abb. 5.1: Komponenten des FocusMonitor FM+ HPD

5.2 Messprinzip

Der FocusMonitor FM+ HPD (High Power Density) dient der Analyse fokussierter Laserstrahlen im NIR. Das Gerät vermisst die räumliche Leistungsdichteverteilung im Fokusbereich der Bearbeitungsoptik. Aus den gemessenen Leistungsdichteverteilungen berechnet die LaserDiagnosticsSoftware LDS jeweils die Strahldurchmesser und leitet daraus Strahlparameter wie den Fokusbereich, die Fokusbereiche im Raum und die Beugungsmaßzahl M^2 ab.

Der FocusMonitor FM+ HPD mit dem neuen Fused silica sensor system FS³ ist für besonders hohe Leistungsdichten bis zu 50 MW/cm² ausgelegt. Die Leistungsdichteverteilung im Fokus wird beim FocusMonitor FM+ HPD mit Hilfe des rotierenden FS³ gemessen, die in x-Richtung rotiert und in y-Richtung zeilenweise den Strahlquerschnitt abtastet.

Der sehr kleine Streukörper im FS³ koppelt dabei jeweils einen kleinen Teil des Laserstrahls aus. Ein Spiegel lenkt das Messsignal schließlich zum Detektor. Das FS³ wird über einen Vertikalschlitten automatisch in z-Richtung verfahren. So können durch das Abfahren der Strahlkaustik die Propagationsparameter komplett bestimmt werden.

6 Kurzübersicht Installation

<p>1. LaserDiagnosticsSoftware LDS, Version 1.042 oder höher auf dem PC installieren</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Software ist im Lieferumfang enthalten. 	Siehe gesonderte Betriebsanleitung der LaserDiagnosticsSoftware LDS
<p>2. Sicherheitsvorkehrungen treffen</p>	Kapitel 1 auf Seite 7
<p>3. Montage vorbereiten</p> <ul style="list-style-type: none"> Sicherheitshinweise beachten Vorbereitungen treffen Einbaulage festlegen 	Kapitel 8.1 auf Seite 14 bis Kapitel 8.3 auf Seite 17
<p>4. Elektrisch anschließen</p> <ul style="list-style-type: none"> Spannungsversorgung herstellen 	Kapitel 9 auf Seite 21
<p>5. Mit dem PC verbinden</p> <ul style="list-style-type: none"> Über Ethernet oder LAN 	Kapitel 9.3 auf Seite 23
<p>6. Mit dem PowerMonitor PM48/100 verbinden</p> <ul style="list-style-type: none"> Über RS485 	Kapitel 9.4 auf Seite 24
<p>7. Schutzgasanschluss</p> <ul style="list-style-type: none"> Zum Schutz vor Verschmutzung des FS³ 	Kapitel 10 auf Seite 25
<p>8. Montage abschließen</p> <ul style="list-style-type: none"> Gerät ausrichten Gerät fest montieren 	Kapitel 8.5 auf Seite 18 und Kapitel 8.6 auf Seite 20
<p>9. Messung durchführen</p> <ul style="list-style-type: none"> Sicherheitshinweise beachten Beispielmessung durchführen 	Kapitel 12 auf Seite 26

7 Transport

ACHTUNG

Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Durch harte Stöße oder Fallenlassen können die Achsen und Schlitten des Gerätes beschädigt werden.

- ▶ Handhaben Sie das Gerät bei Transport und Montage vorsichtig.
- ▶ Transportieren Sie das Gerät nur mit eingesetztem Staubschutz (siehe Kapitel 8.4 auf Seite 17).

ACHTUNG

Beschädigung/Zerstörung des FS³

Das Berühren des FS³ kann an den Berührungsstellen zu Einbränden durch die Laserstrahlung führen. Einbrände führen zur Beschädigung oder zum Zerspringen des FS³.

- ▶ Berühren Sie nicht das FS³.

8 Montage

8.1 Sicherheitshinweise

Auf dem Gerät sind mögliche Gefahrenstellen für Handverletzungen mit folgendem Piktogramm gekennzeichnet:



Warnung vor Handverletzungen



VORSICHT

Verletzungsgefahr durch rotierende Bauteile

Das FS³ des FocusMonitor FM+ HPD rotiert im Messbetrieb mit hoher Rotationsgeschwindigkeit. Auch nach Abschalten der Rotation oder des Gerätes rotiert das FS³ noch eine gewisse Zeit nach.

- ▶ Nicht in die Eintrittsapertur des Gerätes fassen oder Gegenstände hineinhalten (siehe Abb. 8.1 auf Seite 15).
- ▶ Nach Abschalten der Rotation oder des Gerätes den Stillstand des FS³ abwarten.



VORSICHT

Quetschgefahr

Der Horizontal- und Vertikalschlitten des FocusMonitor FM+ HPD ist in der y- und z-Achse gegenüber dem Gehäuse verfahrbar.

- ▶ Nicht in den Bewegungsbereich des Horizontal- und Vertikalschlittens greifen (siehe Abb. 8.2 auf Seite 15).
-



Abb. 8.1: Gefahr durch rotierende Bauteile



Abb. 8.2: Quetschgefahren am FocusMonitor FM+ HPD

8.2 Vorbereitung

Prüfen Sie vor der Montage die Platzverhältnisse, insbesondere den benötigten Freiraum im Verfahrbereich des FocusMonitor FM+ HPD.

Das Gerät muss stabil aufgestellt und mit Schrauben befestigt sein (siehe Kapitel 8.6 auf Seite 20).

ACHTUNG

Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Hindernisse im Verfahrbereich des Horizontal- und Vertikalschlittens können zu Kollisionen führen und das Gerät beschädigen.

- ▶ Halten Sie den Verfahrbereich frei von Hindernissen (Schneiddüsen, Andruckrollen usw.). Beachten Sie, dass der Horizontal- und Vertikalschlitten nach einem Aus- und wieder Einschalten der Spannungsversorgung oder einem Reset automatisch in die Ruheposition fährt. Halten Sie diesen Bereich ebenfalls frei.

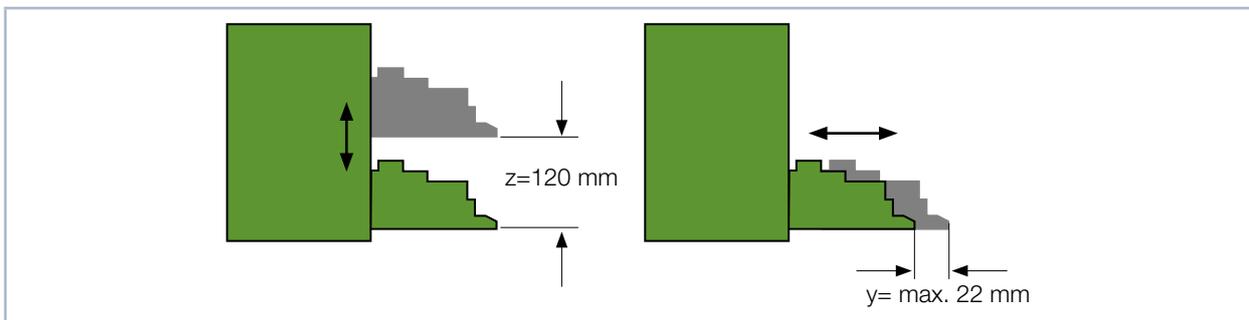


Abb. 8.3: Verfahrbereich des Horizontal- und Vertikalschlittens



In der LaserDiagnosticsSoftware LDS haben Sie die Möglichkeit, den Verfahrbereich des FocusMonitor FM+ HPD zu beschränken (Sperrbereich, weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem Kapitel 12.5.4 auf Seite 34).



GEFAHR

Brand- und Explosionsgefahr durch gestreute oder gerichtete Laserstrahlung

Im Betrieb des FocusMonitor FM+ HPD muss die Laserstrahlung hinter der Messzone vollständig absorbiert werden. Schamottesteine oder andere teilabsorbierende Oberflächen sind ungeeignet.

- ▶ Verwenden Sie einen geeigneten Absorber. PRIMES bietet, je nach Anwendung, passende Laser Leistungsmessgeräte zur dauerhaften Absorption an, z. B. den PowerMonitor PM 48/100.
- ▶ Lagern Sie keine brennbaren Materialien oder leicht entzündlichen Stoffe am Messort.

ACHTUNG

Beschädigung/Zerstörung des Absorbers (z. B. PowerMonitor PM48/100)

Trifft der fokussierte Laserstrahl auf den Absorber, kann dieser zerstört werden.

- ▶ Achten Sie auf ausreichenden Abstand zwischen dem FocusMonitor FM+ HPD und dem Absorber (die maximal zulässige Leistungsdichte des Absorbers darf nicht überschritten werden).

8.3 Einbaulage

Das Gerät ist ausschließlich für einen Strahleinfall von oben konzipiert. Montieren Sie das Gerät gemäß der dargestellten Einbaulage in Abb. 8.4 auf Seite 17.

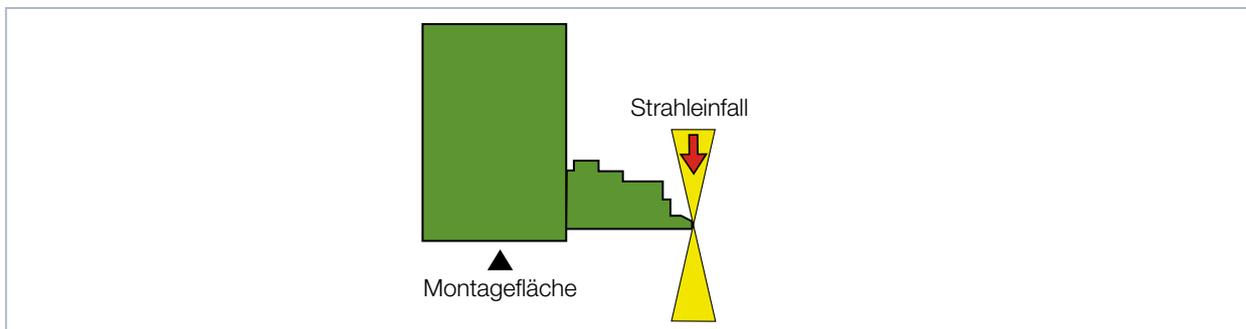


Abb. 8.4: Einbaulage

8.4 Staubschutz des FS³ abnehmen/einsetzen

Der Staubschutz schützt das FS³ vor einer mechanischen Beschädigung und vor Verschmutzungen (siehe Abb. 8.5 auf Seite 17).

Der Staubschutz muss vor jeder Messung abgenommen und nach Beendigung der Messung wieder eingesetzt werden.

Der Staubschutz besteht aus einem Oberteil mit der Kennzeichnung TOP und einem Unterteil. Die zwei Teile werden mit eingesetzten Magneten miteinander verbunden. Bei korrekter Position des Staubschutzes liegt dieser spaltenfrei am Berührungsschutz an.

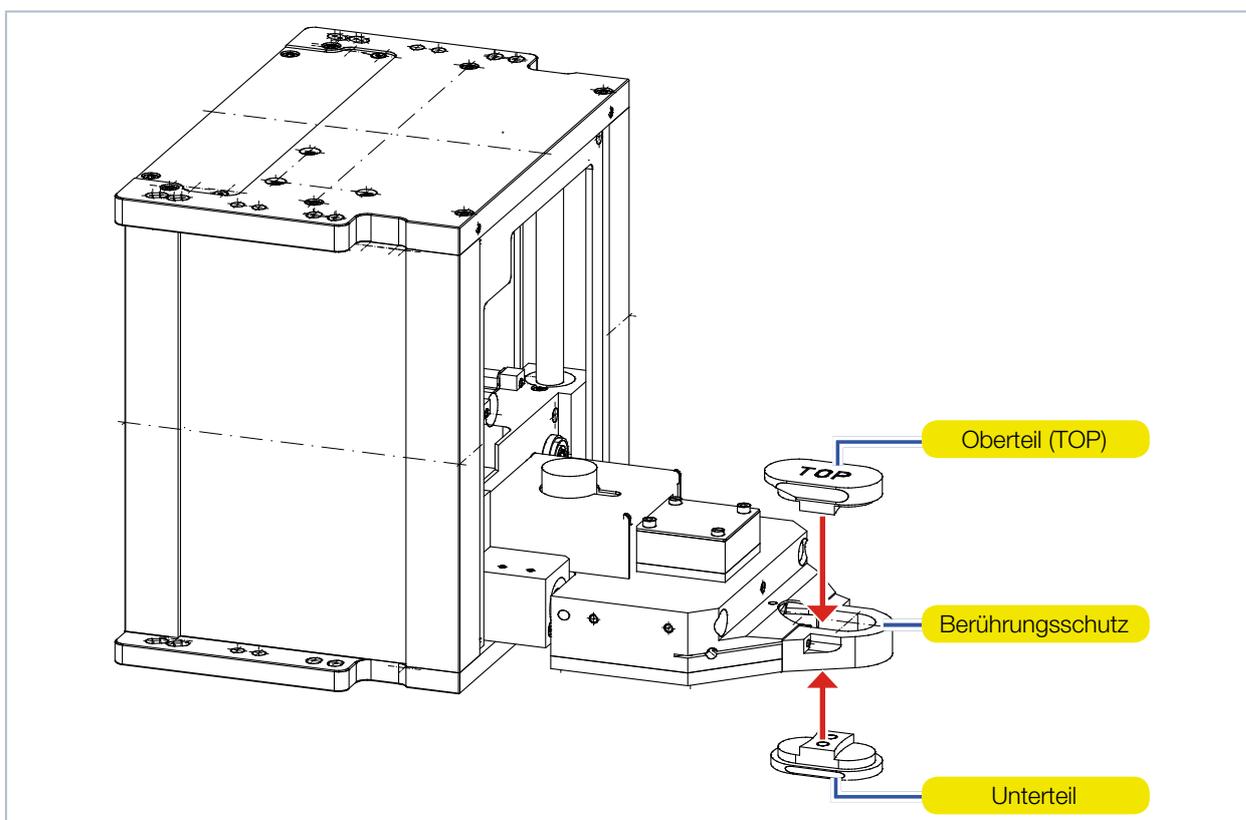


Abb. 8.5: Staubschutz abnehmen/einsetzen

8.5 FocusMonitor FM+ HPD ausrichten

8.5.1 Position des Gerätes zum Laserstrahl

Für den FocusMonitor FM+ HPD muss ein senkrechter Strahleinfall bezüglich der x-y-Ebene sichergestellt sein (siehe Abb. 8.6 auf Seite 18).

Die vertikale Ausrichtung (z-Achse) ist hauptsächlich von der erwarteten Fokusebenenlage abhängig. Der maximale vertikale Hub des Gerätes beträgt 120 mm.

Die Fokusebene sollte mittig zum Messbereich des FocusMonitor FM+ HPD ausgerichtet werden (siehe Abb. 8.6 auf Seite 18).

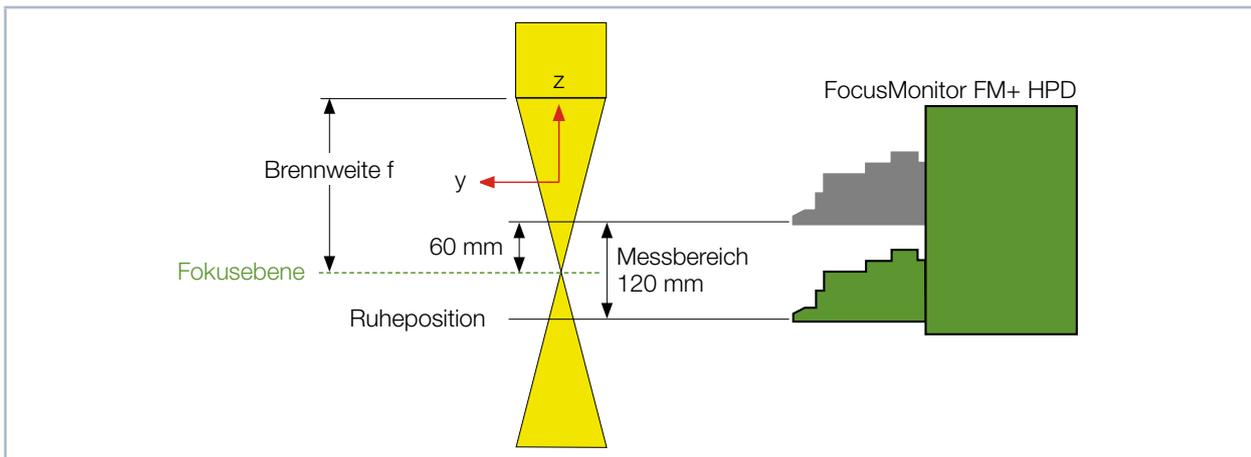


Abb. 8.6: Messbereich FocusMonitor FM+ HPD

8.5.2 FocusMonitor FM+ HPD mit der Einrichtblende ausrichten

Für eine problemlose Ausrichtung (x-y-Ebene) zum Laserstrahl ist dem Gerät eine Einrichtblende (siehe Abb. 8.7 auf Seite 19) beigelegt.

VORSICHT

Verletzungsgefahr durch rotierende oder sich bewegende Bauteile

Durch die Linearbewegung des Horizontal- und Vertikalschlittens und das rotierende FS³ besteht Verletzungsgefahr.

- ▶ **Nicht in den Verfahrbereich des Horizontal- und Vertikalschlittens fassen.**
- ▶ **Richten Sie den FocusMonitor FM+ HPD nur bei stillstehendem FS³ aus.**

1. Verbinden Sie den FocusMonitor FM+ HPD gemäß Kapitel 12.4 auf Seite 29 mit der LaserDiagnosticsSoftware LDS.
2. Wählen Sie die Funktion Scanner des FocusMonitor FM+ HPD gemäß Kapitel 12.5.1 auf Seite 31.
3. Geben Sie gemäß Kapitel 12.5.3 auf Seite 33 im Menü **Gerätesteuerung > Erweitert > Achsen verfahren** den Wert von 60 mm ein:
 - Der Horizontalschlitten fährt ohne rotierendes FS³ in die Position 60 mm oberhalb der Ruheposition (siehe Abb. 8.6 auf Seite 18).
4. Entfernen Sie den Staubschutz gemäß Kapitel 8.4 auf Seite 17.

5. Legen Sie die Einrichtblende an den Horizontalschlitten an (siehe Abb. 8.7 auf Seite 19).
6. Schalten Sie den Pilotlaser ein und richten Sie das Gerät aus:
 - Trifft der Pilotlaserstrahl senkrecht und mittig auf die kleine Markierung in der Einrichtblende, ist das Gerät ausgerichtet.

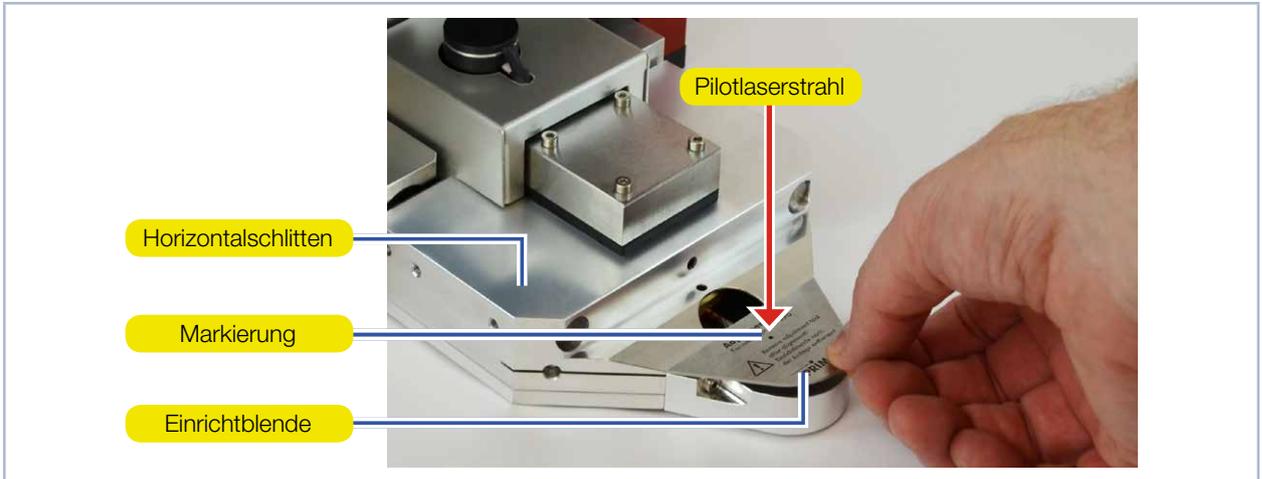


Abb. 8.7: Einrichtblende am Horizontalschlitten des FocusMonitor FM+ HPD

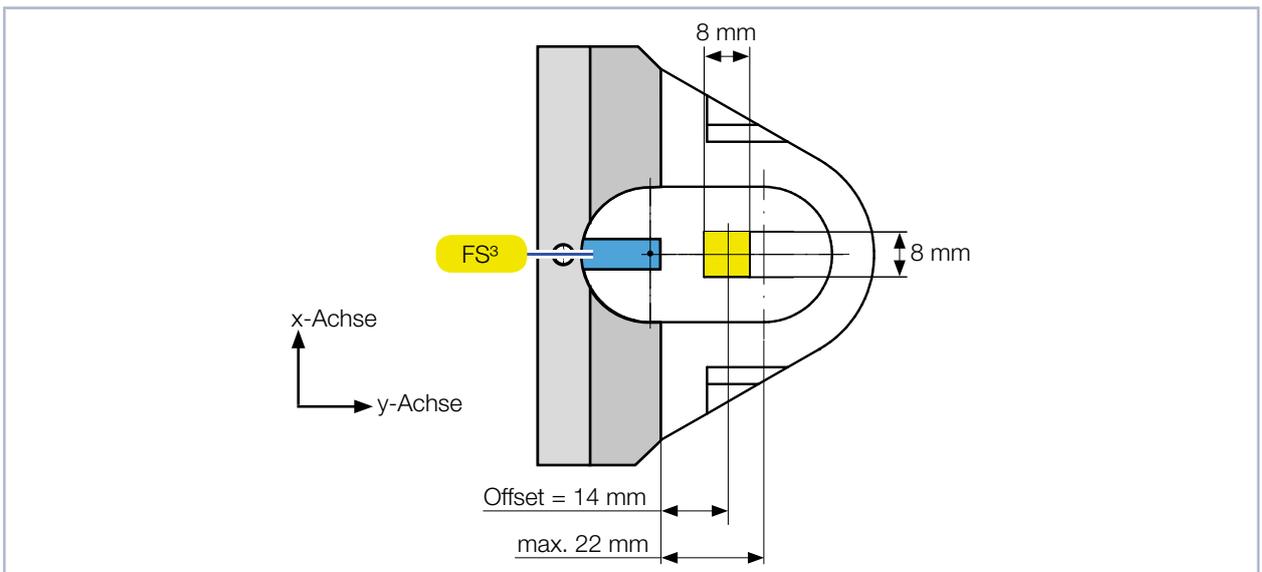


Abb. 8.8: Offset einer Messfenstergröße von 8 x 8 mm

ACHTUNG

Beschädigung/Zerstörung der Einrichtblende und des FS³

Wird die Einrichtblende mit dem Laser bestrahlt, wird die Einrichtblende und das darunterliegende FS³ zerstört.

- Entfernen Sie die Einrichtblende vor dem Einschalten des Lasers.



Nach jedem Einschalten der Versorgungsspannung fährt der FocusMonitor FM+ HPD nach 5 bis 12 Sekunden in die Ruheposition (unterste z-Position).

8.6 FocusMonitor FM+ HPD montieren



GEFAHR

Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Laserstrahlung

Wird das Gerät aus der ausgerichteten Position bewegt, entsteht im Messbetrieb erhöhte gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4).

- ▶ Befestigen Sie das Gerät so, dass es durch unbeabsichtigtes Anstoßen oder Zug an den Kabeln nicht bewegt werden kann.

In der Montagefläche des Gehäuses befinden sich acht Langlöcher $\varnothing 6,4$ mm und vier Passungsbohrungen $\varnothing 6^{H7}$ mm für die Befestigung auf einer kundenseitigen Halterung oder einem PowerMonitor PM (siehe Abb. 8.9 auf Seite 20).

Befestigen Sie das Gehäuse mit mindestens 4 Schrauben M6. Die Gesamtlänge der Schrauben ist von den Dimensionen der kundenseitigen Halterung abhängig.

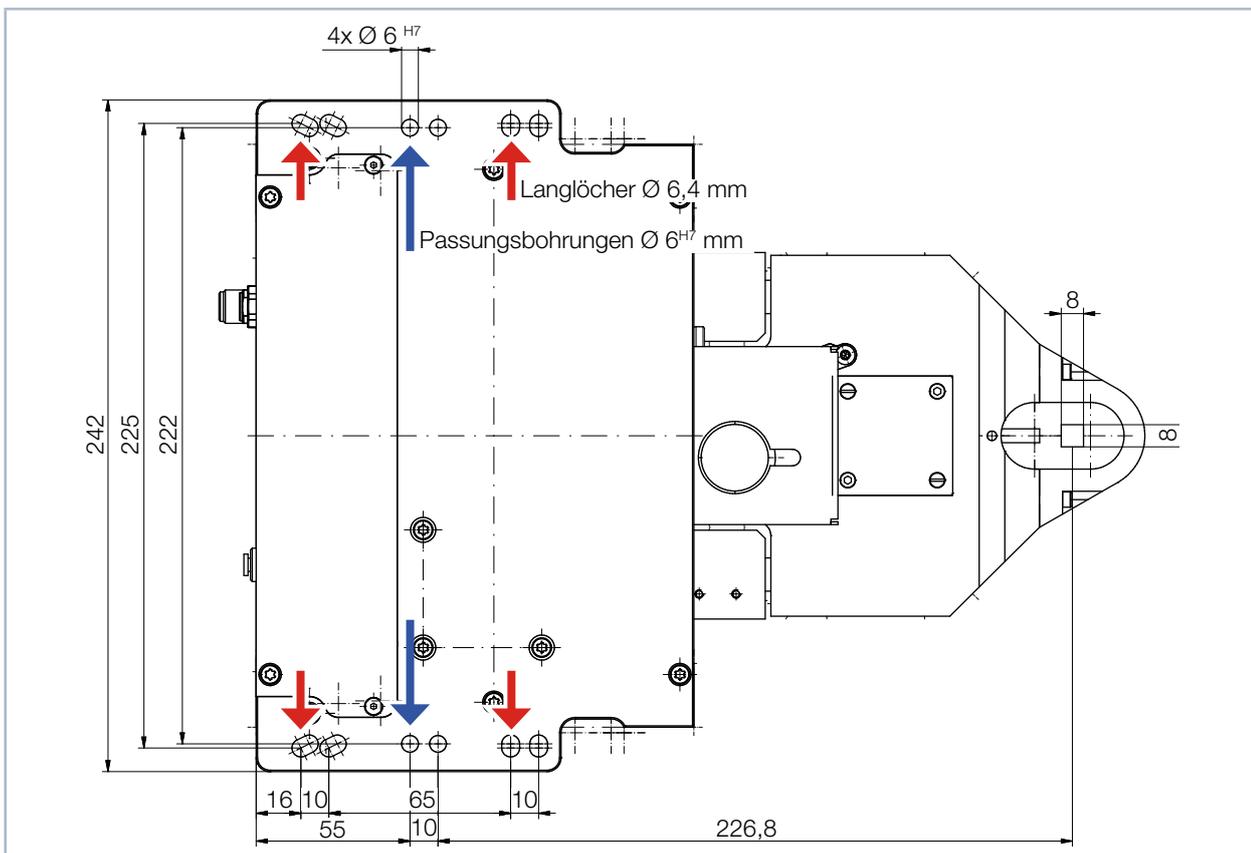


Abb. 8.9: Befestigungsbohrungen, Ansicht von oben (gleiches Bohrbild unten)



GEFAHR

Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Laserstrahlung

Trifft der Laserstrahl auf das in der Eintrittsapertur stehende FS³, entsteht gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4).

- ▶ Tragen Sie puderfreie Latexhandschuhe und bewegen Sie das FS³ aus der Eintrittsapertur.

9 Elektrischer Anschluss

Der FocusMonitor FM+ HPD benötigt für den Betrieb eine Versorgungsspannung von $24\text{ V} \pm 5\%$ (DC). Ein passendes Netzteil wird mitgeliefert.

Die Daten werden zwischen FocusMonitor FM+ HPD und PC mittels Ethernet-Verbindung übertragen.

An den FocusMonitor FM+ HPD kann über die RS485-Schnittstelle (PRIMES-Bus) ein weiteres Gerät, wie beispielsweise ein PowerMonitor PM48/100, angeschlossen werden. Das Signal des PowerMonitor PM48/100 wird durch den FocusMonitor FM+ HPD über die Ethernet-Schnittstelle an den PC weitergeleitet. Das zusätzliche Gerät wird über den FocusMonitor FM+ HPD durch dessen Netzteil elektrisch versorgt.

Bitte verwenden Sie ausschließlich das mitgelieferte Original-PRIMES-Netzteil die Anschlussleitungen.



Bitte stellen Sie erst alle elektrischen Verbindungen her und schalten Sie das Gerät ein, bevor Sie die LaserDiagnosticsSoftware LDS starten.

9.1 Anschlüsse

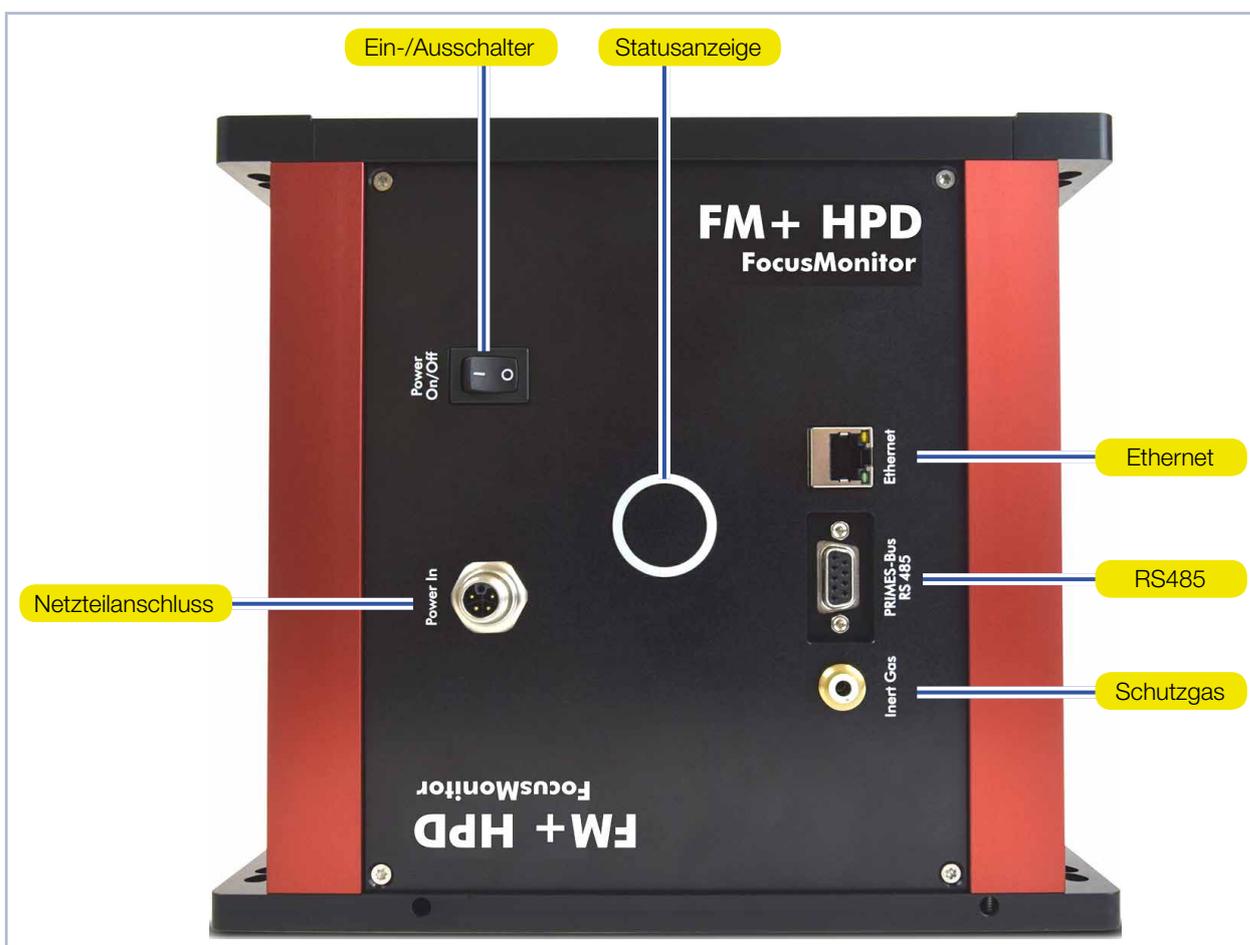
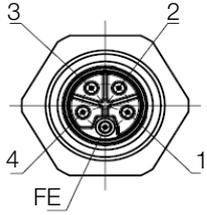


Abb. 9.1: Anschlüsse des FocusMonitor FM+ HPD

9.2 Pinbelegung

9.2.1 Spannungsversorgung

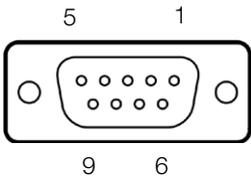
Harting M12-P-PCB-THR-2PC-5P-LCOD-M-STR

	Pin	Funktion
	1	+24 V
	2	Nicht belegt
	3	Masse
	4	Nicht belegt
	5	FE (Funktionserde)

Tab. 9.1: Anschlussbuchse für das Netzteil

9.2.2 PRIMES-Bus-RS485

Polbild D-Sub-Buchse, 9-polig (Ansicht Steckseite)

	Pin	Funktion
	1	Masse
	2	RS485 (+)
	3	+24 V
	4	Nicht belegt
	5	Nicht belegt
	6	Masse
	7	RS485 (-)
	8	+24 V
	9	Nicht belegt

Tab. 9.2: D-Sub-Buchse, PRIMES-Bus

9.3 Anschluss an den PC und Stromversorgung anschließen

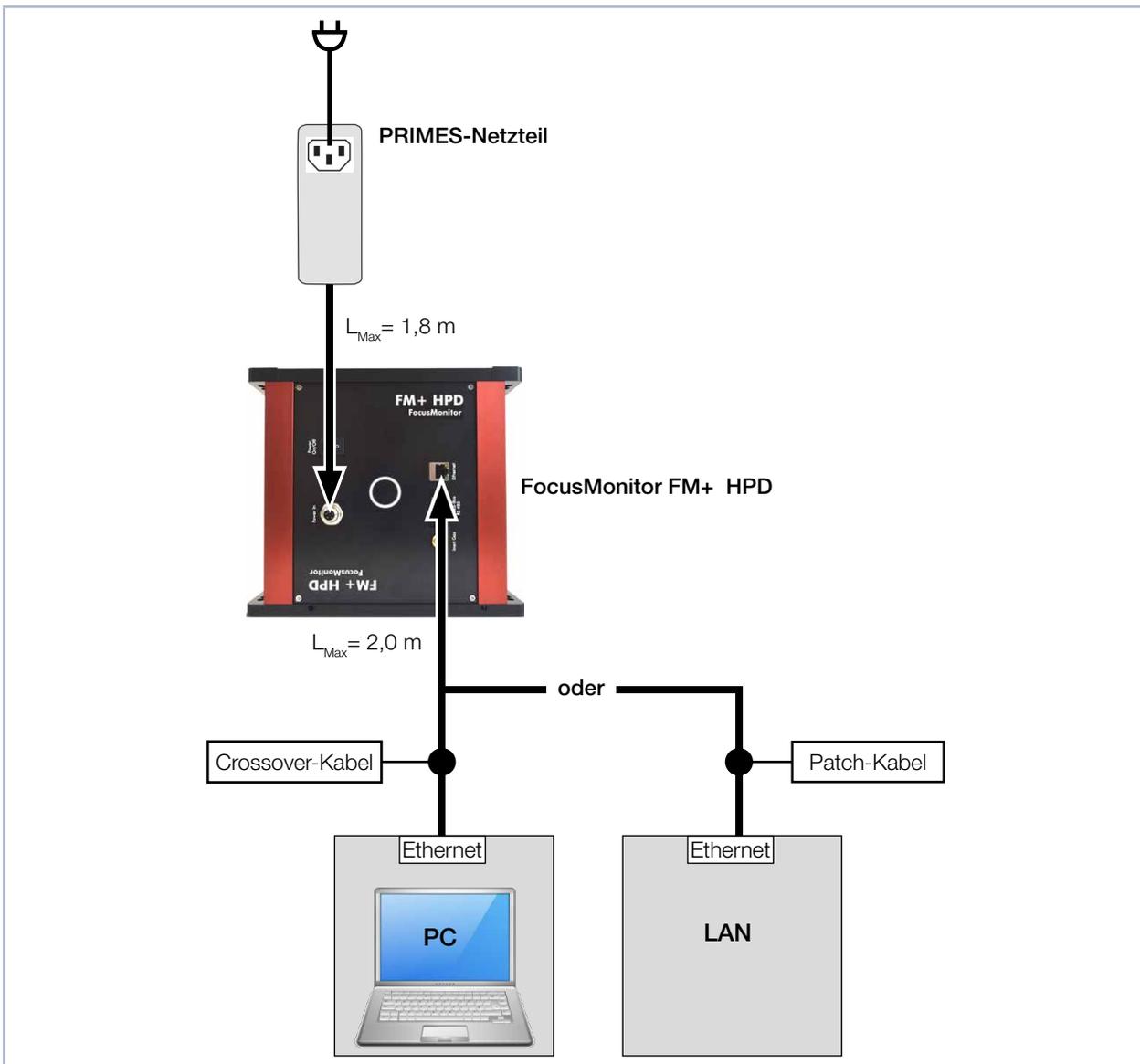


Abb. 9.2: Anschluss des FocusMonitor FM+ HPD

Verbinden Sie den FocusMonitor FM+ HPD über ein Crossover-Kabel mit dem PC oder über ein Patchkabel mit dem Netzwerk.

9.4 FocusMonitor FM+ HPD mit dem PowerMonitor PM 48/100 an den PC anschließen

Für eine vollständige Absorption der Strahlung hinter der Messzone können Sie den PRIMES PowerMonitor PM 48/100 einsetzen. Der wassergekühlte PowerMonitor PM 48/100 misst die Laserleistung und gibt zusätzliche Informationen zum Kühlwasserdurchfluss und der Temperatur.

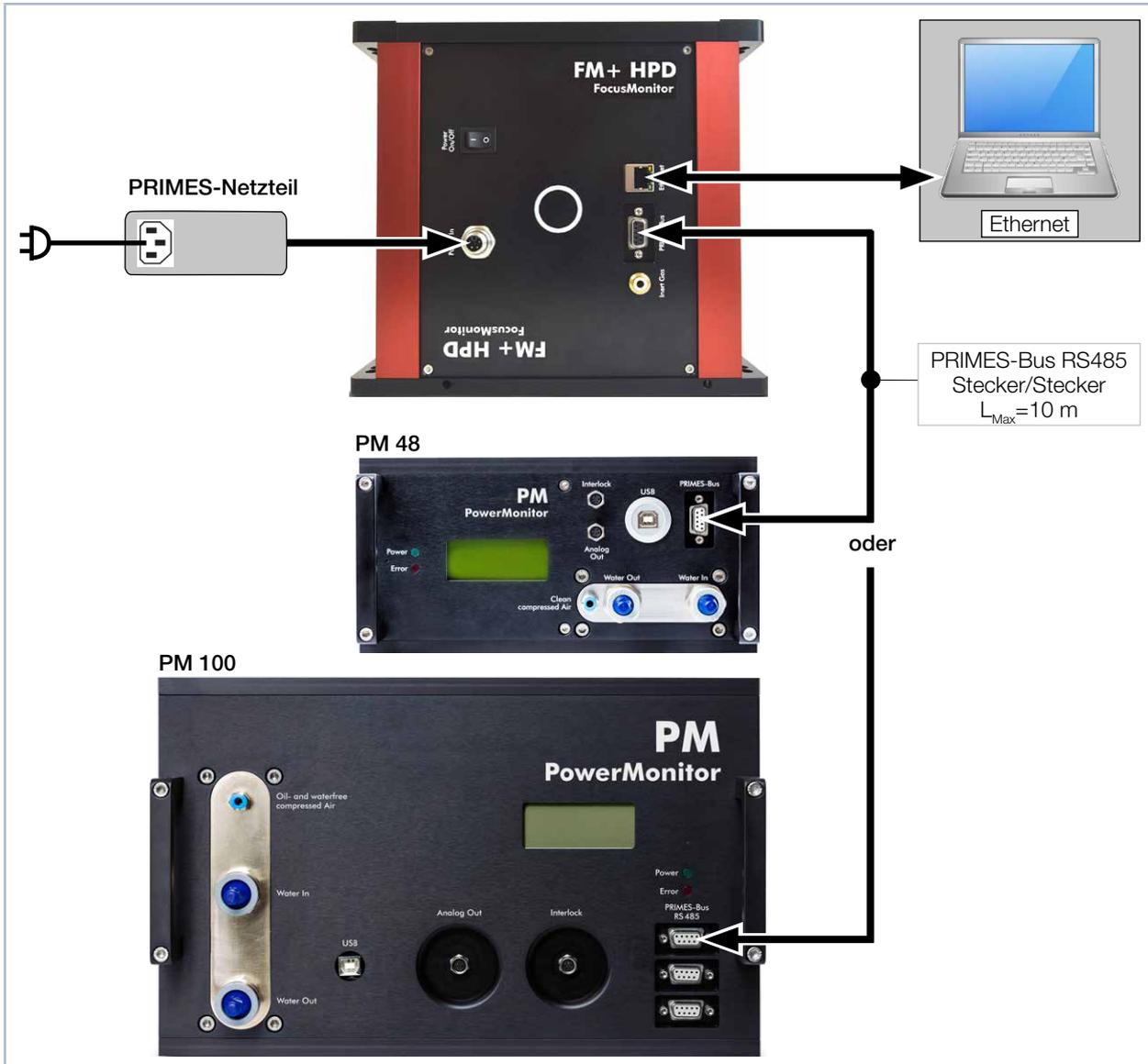


Abb. 9.3: Anschluss des FocusMonitor FM+ HPD zusammen mit dem PowerMonitor PM 48/100

ACHTUNG

Beschädigung/Zerstörung des Gerätes durch Spannungsspitzen

Beim Trennen der elektrischen Leitungen während des Betriebs (bei angelegter Versorgungsspannung) entstehen Spannungsspitzen, welche die Kommunikationsbausteine der Geräte zerstören können.

- Verbinden/Lösen Sie alle Stecker nur im spannungsfreien Zustand.



Verwenden Sie bei Anschluss mehrerer Geräte nur ein PRIMES-Netzteil am FocusMonitor FM+ HPD für die Spannungsversorgung der Geräte.

10 Schutzgasanschluss

Um das FS³ vor Staubpartikeln und Verschmutzungen zu schützen, kann über den Schutzgasanschluss das FS³ mit Schutzgas oder gereinigter Druckluft umspült werden.

ACHTUNG

Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Die Auswirkungen eines kundenseitigen unkontrollierten Gasstroms (z. B. Prozessgas) können die Messung verfälschen oder sogar das Gerät beschädigen.

- ▶ Verwenden Sie als Schutzgas nur Helium, Stickstoff, Argon oder gereinigte Druckluft am dafür vorgesehenen Anschluss. Der Druck darf maximal 0,5 bar betragen.

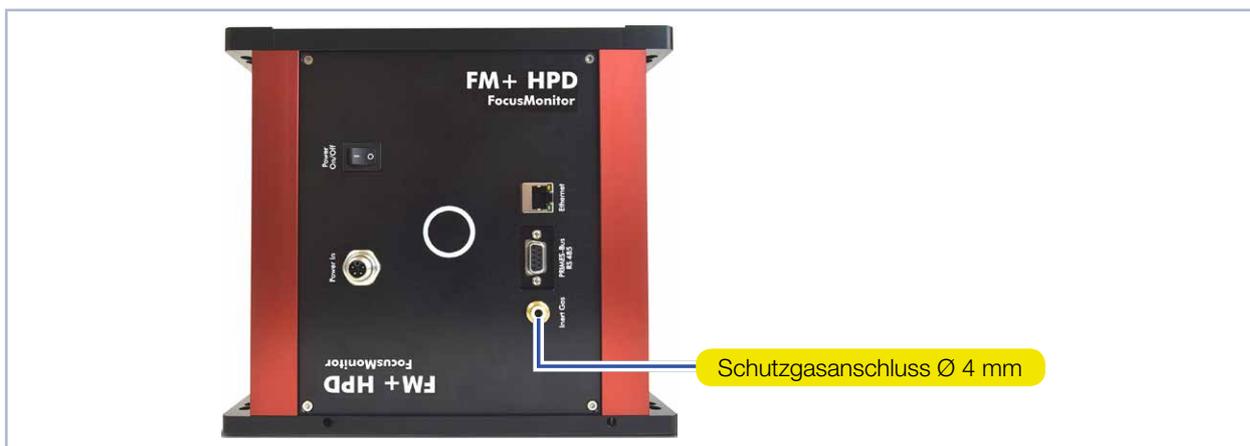
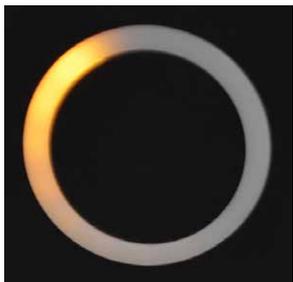


Abb. 10.1: Schutzgasanschluss am FocusMonitor FM+ HPD

11 Statusanzeige

Die Statusanzeige besteht aus einem Leuchtring, der durch unterschiedliche Farben und statisches oder rotierendes Leuchten verschiedene Zustände des FocusMonitor FM+ HPD anzeigt.

	Farbe	Leuchtzustand	Bedeutung
	Weiß	Der gesamte Ring leuchtet	Versorgungsspannung liegt an.
	Gelb	Rotierendes Leuchten	Das FS ³ rotiert, die unterschiedlichen Rotationsgeschwindigkeiten werden dabei indiziert.
	Rot	Rotierendes Leuchten	Das FS ³ rotiert und die y-Achse wird Verfahren. Die Messung läuft, die unterschiedlichen Rotationsgeschwindigkeiten werden dabei indiziert.

Tab. 11.1: Zustände der Statusanzeige

12 Messen

12.1 Sicherheitshinweise



GEFAHR

Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Laserstrahlung

Das Gerät misst direkte Laserstrahlung, emittiert selbst aber keine Strahlung. Bei der Messung wird der Laserstrahl jedoch auf die rotierende FS³ gerichtet. Dabei entsteht gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4). Die reflektierte Strahlung ist in der Regel nicht sichtbar.

- ▶ Tragen Sie Laserschutzbrillen (OD 6), die an die verwendete Leistung, Leistungsdichte, Laserwellenlänge und Betriebsart der Laserstrahlquelle angepasst sind.
- ▶ Tragen Sie geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe.
- ▶ Schützen Sie sich vor Laserstrahlung durch trennende Vorrichtungen (z. B. durch geeignete Abschirmwände).
- ▶ Im Messbetrieb ist auch mit Laserschutzbrille und Schutzkleidung ein Sicherheitsabstand von 1 Meter zum FocusMonitor FM+ HPD einzuhalten.



GEFAHR

Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Glassplitter

Durch eine mechanische Beschädigung des FS³ kann dieses im Messbetrieb zerstört werden. Durch die hohe Drehzahl des FS³ können herausgeschleuderte Glassplitter zu schweren Verletzungen der Haut, der Augen oder gar zum Verlust der Sehkraft führen.

- ▶ Betreiben Sie das Gerät nicht ohne den bogenförmigen Berührungsschutz vor dem FS³.
- ▶ Schützen Sie sich, durch das Aufstellen einer trennenden Abschirmwand zwischen dem Gerät und dem Bereich, in dem sich Personen aufhalten.



GEFAHR

Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Laserstrahlung

Wird das Gerät aus der ausgerichteten Position bewegt, entsteht im Messbetrieb erhöhte gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4).

- ▶ Befestigen Sie das Gerät so, dass es durch unbeabsichtigtes Anstoßen oder Zug an den Kabeln nicht bewegt werden kann.



GEFAHR

Brand- und Explosionsgefahr durch gestreute oder gerichtete Laserstrahlung

Im Betrieb des FocusMonitor FM+ HPD muss die Laserstrahlung hinter der Messzone vollständig absorbiert werden. Schamottesteine oder andere teilabsorbierende Oberflächen sind ungeeignet.

- ▶ Verwenden Sie einen geeigneten Absorber. PRIMES bietet, je nach Anwendung, passende Laser Leistungsmessgeräte zur dauerhaften Absorption an, z. B. den PowerMonitor PM 48/100.
- ▶ Lagern Sie keine brennbaren Materialien oder leicht entzündlichen Stoffe am Messort.

VORSICHT

Verletzungsgefahr durch rotierende Bauteile

Das FS³ des FocusMonitor FM+ HPD rotiert im Messbetrieb mit hoher Rotationsgeschwindigkeit. Auch nach Abschalten der Rotation oder des Gerätes rotiert das FS³ noch eine gewisse Zeit nach.

- ▶ Nicht in die Eintrittsapertur des Gerätes fassen oder Gegenstände hineinhalten.
- ▶ Nach Abschalten der Rotation oder des Gerätes den Stillstand des FS³ abwarten.

VORSICHT

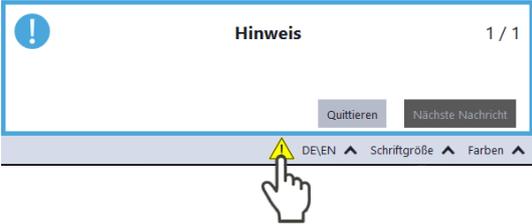
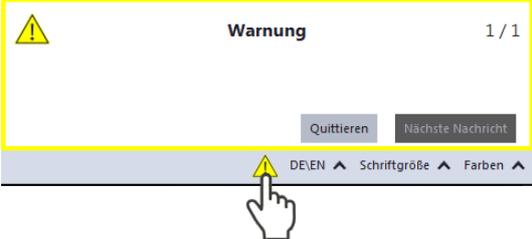
Quetschgefahr

Der Horizontal- und Vertikalschlitten des FocusMonitor FM+ HPD ist in der y- und z-Achse gegenüber dem Gehäuse verfahrbar.

- ▶ Nicht in den Bewegungsbereich des Horizontal- und Vertikalschlittens greifen.

12.2 Hinweise der LaserDiagnosticsSoftware LDS beim Messen

Treten bei einer Messung Probleme auf, so zeigt die LaserDiagnosticsSoftware LDS diese in unterschiedlicher Kategorisierung und unterschiedlichen Farben an.

<p>Hinweise Hinweise geben Hilfestellung bei der Interpretation der Messergebnisse und werden in einem blauen Fenster angezeigt.</p> <p>Durch das Anklicken des Warndreiecks in der Fußzeile werden weitere Informationen über das Problem angezeigt.</p>	
<p>Warnungen Nicht-sicherheitskritische Probleme, die beispielsweise die Qualität der Messergebnisse beeinflussen, werden in einem gelben Fenster angezeigt.</p> <p>Durch das Anklicken des Warndreiecks in der Fußzeile werden weitere Informationen über das Problem angezeigt.</p>	
<p>Sicherheitskritische Gerätefehler Sicherheitskritische Probleme, die eine Beschädigung/Zerstörung des Gerätes zur Folge haben können, werden in einem roten Fenster angezeigt.</p> <p>Sicherheitskritische Probleme müssen sofort behoben werden. Der sicherheitskritische Hinweis muss zur Fortsetzung der Messung quittiert werden.</p>	

12.3 FS³ vor jeder Messung reinigen (Tutorial-Video-Link)

Das FS³ muss vor jeder Messung gereinigt werden.

Benötigen Sie Unterstützung?

Ein Tutorial-Video finden Sie unter dem folgenden Link:
www.primes.de/de/support/downloads/tutorialvideos/fmplus-hpd.html



VORSICHT

Verbrennungen durch heiße Bauteile

Bauteile nahe dem FS³ können durch Streustrahlung heiß sein.

- ▶ Reinigen Sie das FS³ nicht direkt nach einer Messung.
- ▶ Lassen Sie das Gerät eine angemessene Zeit abkühlen. Die Abkühlzeit ist je nach Laserleistung und Bestrahlungszeit unterschiedlich.

ACHTUNG

Beschädigung/Zerstörung des Staubschutzes und des FS³

Wird der Staubschutz mit dem Laser bestrahlt, wird der Staubschutz und das darunterliegende FS³ zerstört.

- ▶ Nehmen Sie vor der Messung den Staubschutz ab.

1. Nehmen Sie den Staubschutz gemäß Kapitel 8.4 auf Seite 17 ab.

ACHTUNG

Beschädigung/Zerstörung des FS³

Das Berühren des FS³ kann an den Berührungstellen zu Einbränden durch die Laserstrahlung führen. Einbrände führen zur Beschädigung oder zum Zerspringen des FS³.

- ▶ Berühren Sie nicht das FS³.
- ▶ Tragen Sie beim Reinigen des FS³ puderfreie Latexhandschuhe.

2. Ziehen Sie puderfreie Latexhandschuhe an.
3. Reinigen Sie vorsichtig das FS³ im abgekühltem Zustand mit Isopropanol (beachten Sie die Sicherheitshinweise des Herstellers) und Linsenreinigungstüchern.

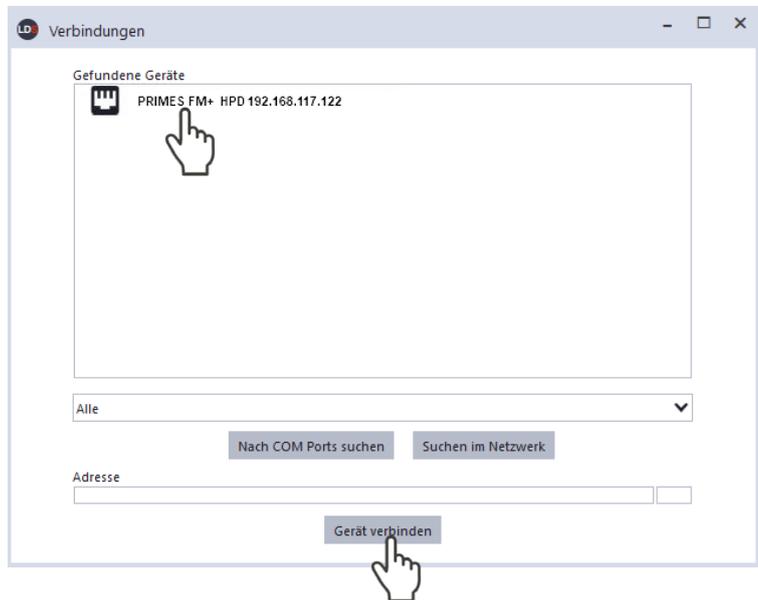
12.4 FocusMonitor FM+ HPD mit der LaserDiagnosticsSoftware LDS verbinden

12.4.1 Gerät verbinden

1. Schalten Sie den FocusMonitor FM+ HPD ein.
2. In der Statusanzeige (siehe Kapitel 11 auf Seite 25) wird der Betriebszustand angezeigt.
3. Starten Sie die LaserDiagnosticsSoftware LDS, Version 1.042 oder höher.
4. Klicken Sie auf den Reiter **Geräte**.
5. Klicken Sie unter dem Reiter auf die Schaltfläche **+ Gerät verbinden**.



6. Das Fenster **Verbindungen** wird eingeblendet.
7. Klicken Sie auf das gewünschte Gerät.
 - Falls das Gerät nicht im Fenster **Verbindungen** erscheint, siehe Kapitel 12.4.2 auf Seite 30.
8. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Gerät verbinden**.



12.4.2 Erscheint das Gerät nicht im Fenster Verbindungen

Die Verbindung des Gerätes zur LaserDiagnosticsSoftware LDS kann durch die Firewall blockiert sein:

1. Geben Sie in der **Windows > Systemsteuerung > Firewall** den UDP-Port 20034 frei.

Die Freigabe des UDP-Ports sollte von einem System-Administrator durchgeführt werden.

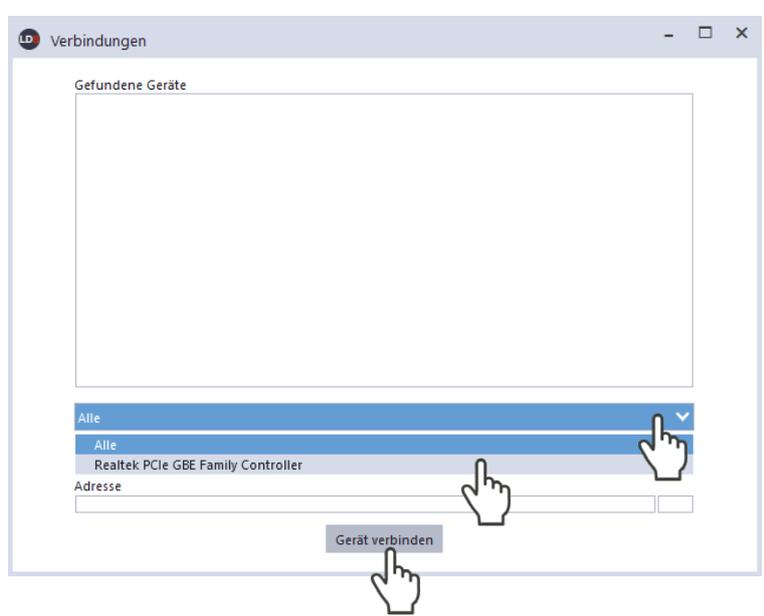
Die Netzwerkadresse des PC ist nicht im Bereich des FocusMonitor FM+ HPD.

1. Weisen Sie in **Windows > Systemsteuerung > Netzwerk und Freigabecenter** Ihrem PC eine IP-Adresse zu, die im selben Adressbereich wie die des FocusMonitor FM+ HPD liegt.
 - Die IP-Adresse Ihres FocusMonitor FM+ HPD finden Sie auf dem Typenschild.

Die Eingabe der IP-Adresse sollte von einem System-Administrator durchgeführt werden.

Sind mehrere Ethernet-Karten oder eine USB3-to-Ethernet-Karte im PC eingebaut, kann die Verbindung des Gerätes zur LaserDiagnosticsSoftware LDS durch die Auswahl der falschen Ethernet-Karte blockiert sein.

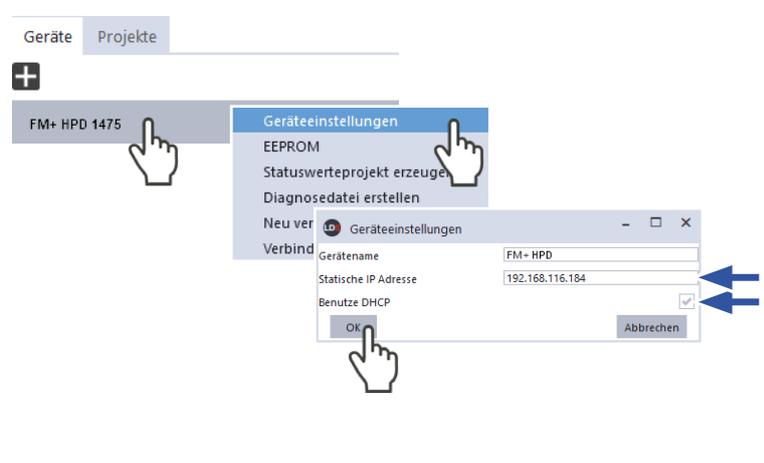
1. Wählen Sie im Fenster **Verbindungen > Alle** die passende Ethernet-Karte aus.
 - Das Gerät wird im Fenster **Verbindungen** angezeigt.
2. Klicken Sie auf das Gerät.
3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Gerät verbinden**.



12.4.3 Netzwerkadresse eines verbundenen Gerätes ändern

Wenn Sie einem verbundenen Gerät eine andere IP-Adresse zuweisen wollen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Gerät und wählen Sie den Menüpunkt **Geräteeinstellungen** aus.
2. Geben Sie die gewünschte IP-Adresse ein oder nutzen Sie die **Benutze DHCP**-Option und bestätigen Sie die Eingabe mit **OK**.
3. Schalten Sie den FocusMonitor FM+ HPD aus und wieder ein.



12.5 Automatische Kaustikmessung durchführen

Dieses Kapitel beschreibt zum ersten Kennenlernen des FocusMonitor FM+ HPD beispielhaft eine automatische Kaustikmessung mit der LaserDiagnosticsSoftware LDS.

Eine ausführliche Beschreibung der Softwareinstallation, der Dateiverwaltung und Auswertung der Messdaten entnehmen Sie bitte der gesonderten Betriebsanleitung LaserDiagnosticsSoftware LDS.

12.5.1 Messmodus Automatische Kaustik wählen

1. Verbinden Sie das Gerät gemäß Kapitel 12.4 auf Seite 29 mit der LaserDiagnosticsSoftware LDS.

👁️ Der FocusMonitor FM+ HPD wird als verbundenes Gerät angezeigt.

2. Klicken Sie auf die Funktion **Scanner**.

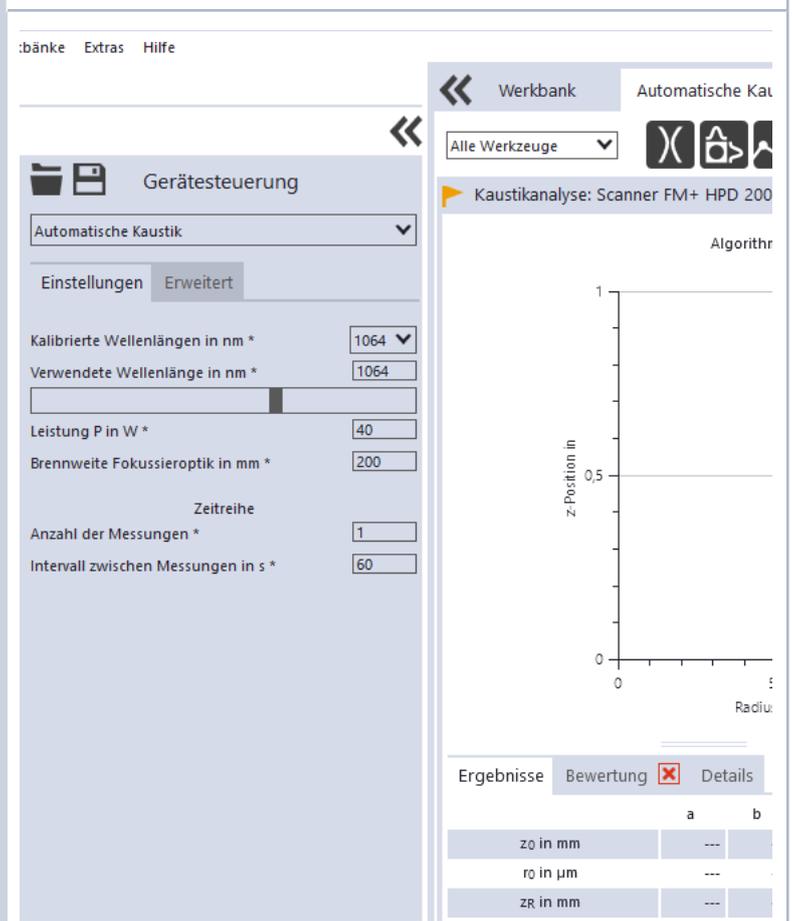
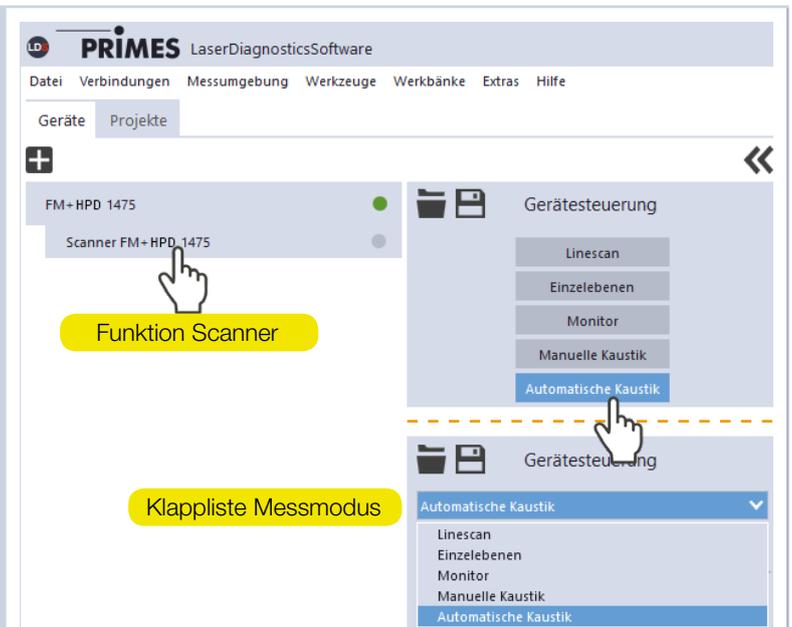
👁️ Das Menü **Gerätesteuerung** wird geöffnet.

3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Automatische Kaustik** oder auf die Klappliste Messmodus und **Automatische Kaustik**.

👁️ Die zugehörige **Gerätesteuerung** wird geöffnet.

👁️ Die Werkbank **Automatische Kaustik** mit den folgenden Werkzeugen wird geöffnet:

- **Kaustikanalyse**
- **Ebenenanalyse**



12.5.2 Einstellungen vornehmen (Gerätesteuerung > Einstellungen)

1. Klicken Sie auf den Reiter **Einstellungen**.
2. Geben Sie die **Verwendete Wellenlänge in nm** des Lasers ein.
3. Geben Sie die **Leistung P in W** des Lasers ein.
4. Geben Sie die **Brennweite der Fokussieroptik in mm** ein.

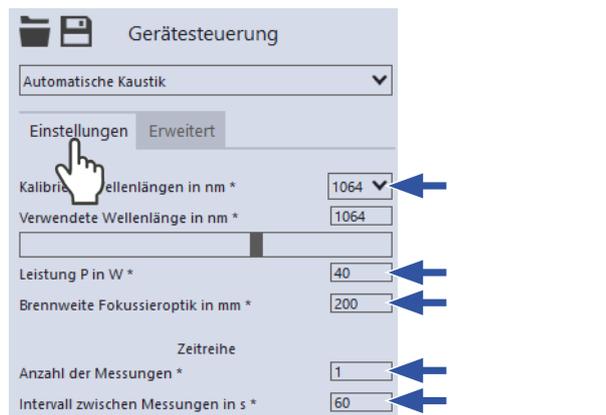
Nur bei Messung einer Zeitreihe

Eine Zeitreihe besteht aus mehreren Kautiken, mit den gleichen Einstellungen, über einen längeren Zeitraum.

Das Messintervall ist dabei der Zeitabstand zwischen dem Ende einer vollständigen Kautikmessung und dem Auslösen der darauf folgenden Messung in Sekunden.

Die eigentliche Messdauer ist abhängig von der gewählten Rotationsgeschwindigkeit, Messfenstergröße, Anzahl der Messebenen und Auflösung und deshalb unterschiedlich.

1. Geben Sie die **Anzahl der Messungen** ein.
2. Geben Sie den **Intervall zwischen Messungen in s** ein.



12.5.3 Erweiterte Einstellungen vornehmen (Gerätesteuerung > Erweitert)

1. Klicken Sie auf den Reiter **Erweitert**.
2. Geben Sie die Anzahl der **Pixel in x/y**-Richtung ein, um die Auflösung einzustellen.
3. Geben Sie die **Anzahl der Ebenen** ein.
 - Für eine normkonforme Messung gemäß ISO 11146 empfehlen wir 21 Ebenen über 6 Rayleighlängen zu vermessen.

Vorkaustik

Mit der Eingabe der oberen und unteren Grenze der Vorkaustik, wird der Bereich festgelegt, in dem die Vorkaustik gemessen wird. Diese Funktion ist insbesondere zur Vermessung von Strahlen mit hoher Divergenz hilfreich. Mit den Einstellungen kann der Bereich des FocusMonitor FM+ HPD zur Fokussuche eingeschränkt werden.

1. Geben Sie den **Bereich der z-Achsenlage (z1 / z2) in mm** ein.

Sperrbereich

1. Geben Sie bei Hindernissen im Messbereich einen Sperrbereich ein.
 - Detaillierte Informationen zum Sperrbereich entnehmen Sie bitte dem Kapitel 12.5.4 auf Seite 34.

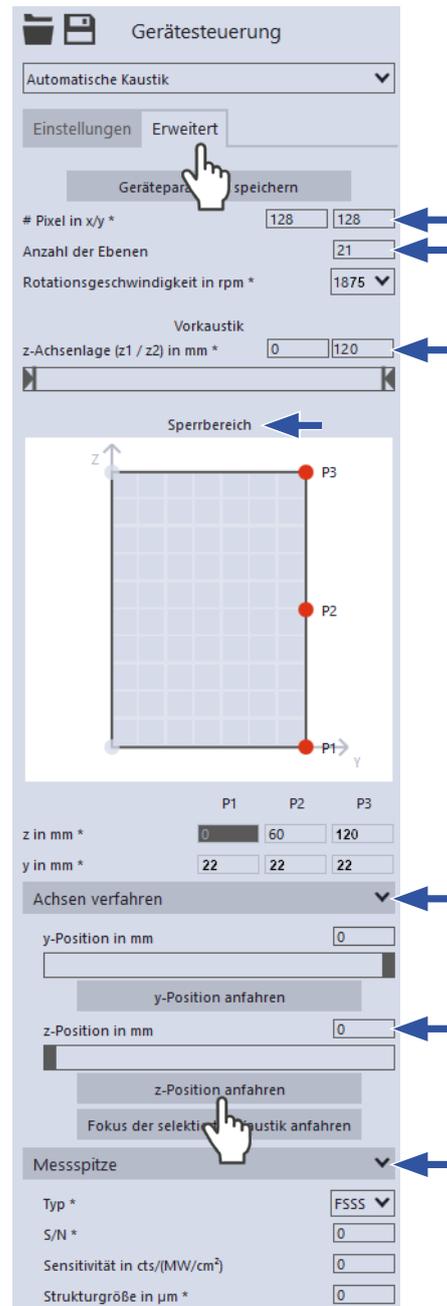
Achsen verfahren

Zum Ausrichten des Gerätes (siehe Abb. 8.6 auf Seite 18) oder um eine Messung an dieser Position zu starten, können Sie das FS³ an die gewünschte Position fahren.

1. Geben Sie für die **z-Position in mm** 60 ein.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **z-Position anfahren**.
 - Der Vertikalschlitten fährt in die angegebene Position.
 - Detaillierte Informationen zum Verfahren der Achsen entnehmen Sie bitte dem Kapitel 12.5.5 auf Seite 35.

Messspitze

Hier finden Sie Informationen zur FS³, wie beispielsweise die Seriennummer **S/N**.



Gerätesteuerung

Automatische Kaustik

Einstellungen Erweitert

Geräteparameter speichern

Pixel in x/y * 128 128

Anzahl der Ebenen 21

Rotationsgeschwindigkeit in rpm * 1875

Vorkaustik

z-Achsenlage (z1 / z2) in mm * 0 120

Sperrbereich

P1 P2 P3

z in mm * 0 60 120

y in mm * 22 22 22

Achsen verfahren

y-Position in mm 0

y-Position anfahren

z-Position in mm 0

z-Position anfahren

Fokus der selektierten Kaustik anfahren

Messspitze

Typ * FS55

S/N * 0

Sensitivität in cts/(MW/cm²) 0

Strukturgröße in µm * 0

Speichern/Laden der Einstellungen im Menu *Gerätesteuerung > Erweitert*

Die mit einem Stern versehenen Eingaben können Sie mit dem Symbol  als Voreinstellung speichern. Zum Laden einer Voreinstellung klicken Sie auf das Symbol .

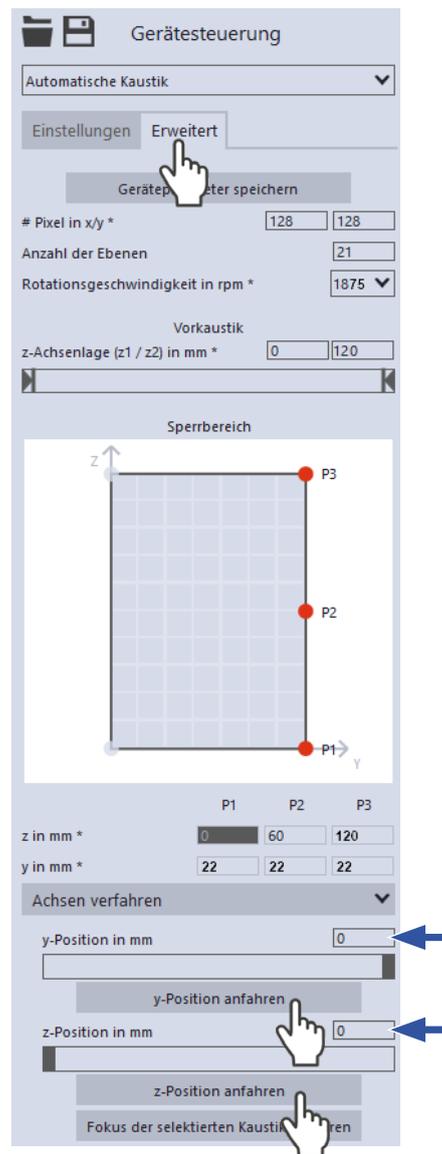
12.5.5 Achsen verfahren (Gerätesteuerung > Erweitert > Achsen verfahren)

1. Geben Sie die gewünschte y- und z-Position des Horizontal- und Vertikalschlittens numerisch im Eingabefeld **y-Position in mm** oder **z-Position in mm** ein.
 - Alternativ können Sie die y- und z-Position am Schieberegler einstellen.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **y-Position anfahren**.
 - Der Horizontalschlitten wird an der ausgewählten y-Position positioniert.
3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **z-Position anfahren**.
 - Der Vertikalschlitten wird an der ausgewählten z-Position positioniert.

Ermittelten Fokus anfahren

Wenn Sie einen bereits vermessenen Strahl erneut vermessen wollen, können Sie den ermittelten Fokus einer bereits aufgenommenen Kaustik anfahren. Dabei wird der z_0 -Wert des Algorithmus **Invariante Momente** benutzt:

1. Markieren Sie eine Kaustik innerhalb Ihres Projektbaums (siehe gesonderte Betriebsanleitung der LaserDiagnosticsSoftware LDS).
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Fokus der selektierten Kaustik anfahren**.
 - Die Bezugsebene auf dem Horizontalschlittens wird angefahren (siehe Kapitel 12.6.1, „Abstand der Streustruktur im FS³ zum Horizontalschlitten“, auf Seite 41).



The screenshot shows the 'Gerätesteuerung' (Device Control) software interface. At the top, there are tabs for 'Einstellungen' (Settings) and 'Erweitert' (Advanced), with 'Erweitert' selected. Below the tabs are several input fields and buttons: 'Automatische Kaustik' (dropdown), 'Geräteparameter speichern' (button), '# Pixel in x/y' (128, 128), 'Anzahl der Ebenen' (21), 'Rotationsgeschwindigkeit in rpm' (1875), 'Vorkaustik' (dropdown), and 'z-Achsenlage (z1 / z2) in mm' (0, 120). A 'Sperrbereich' (Locking Area) diagram shows a grid with points P1, P2, and P3. Below the diagram, there are input fields for 'z in mm' and 'y in mm' for P1, P2, and P3. The 'Achsen verfahren' (Axis Movement) section contains a dropdown menu, a 'y-Position in mm' input field with a slider, a 'y-Position anfahren' button, a 'z-Position in mm' input field with a slider, a 'z-Position anfahren' button, and a 'Fokus der selektierten Kaustik anfahren' button. Blue arrows point to the 'y-Position in mm' and 'z-Position in mm' input fields, and a hand cursor points to the 'Fokus der selektierten Kaustik anfahren' button.

12.5.6 Automatische Kaustikmessung starten

1. Beachten Sie die Sicherheitshinweise im Kapitel 12.1 auf Seite 26.
2. Schalten Sie den Laser ein.
3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Start**.

👁 Der Fortschritt der Messung wird in den Anzeigen **Vorkaustik**, **Messe Kaustik** und anschließend **Messung beendet** angezeigt:

Vorkaustik

Während der Anzeige werden automatisch die optimalen Messparameter, wie der z-Bereich entlang der Strahlpropagation, Messfensterposition und Messfenstergröße bestimmt.

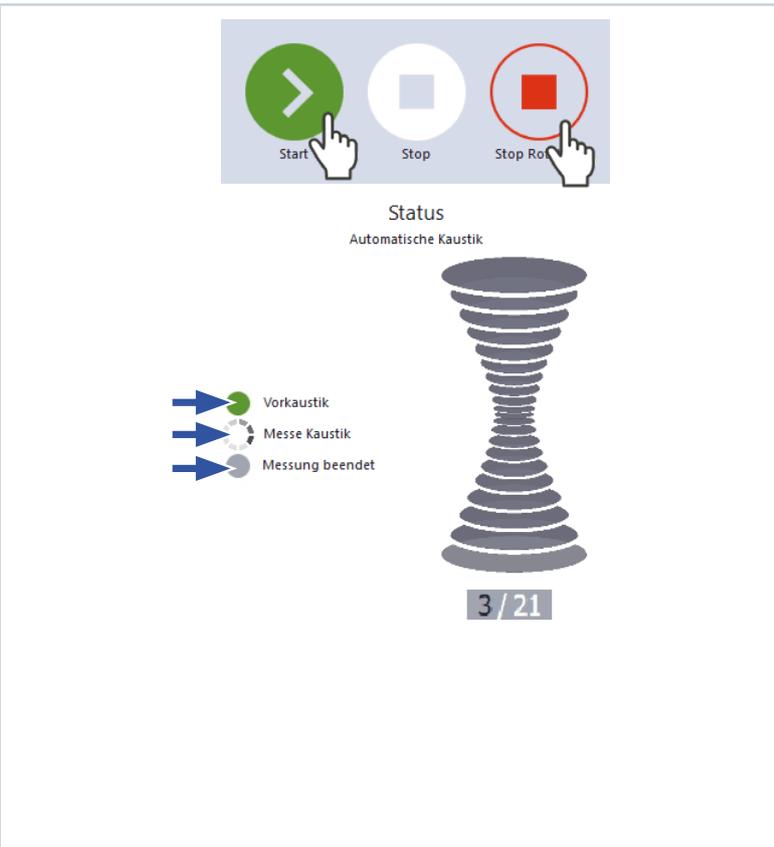
Messe Kaustik

Während der Anzeige wird die eigentliche Messung durchgeführt.

Messung beendet

Die Messung ist beendet.

4. Schalten Sie den Laser aus.
5. Drücken Sie auf die Schaltfläche **Stop Rotation** um die Rotation des FS³ auszuschalten.



12.5.7 Anzeige der Messergebnisse

👁 Die Messergebnisse werden nach der beendeten Messung in den geöffneten Werkzeugen dargestellt (siehe unten).
 Eine detaillierte Beschreibung der Werkzeuge und die Auswertung der Messergebnisse entnehmen Sie bitte der gesonderten Betriebsanleitung der LaserDiagnosticsSoftware LDS.

⏪ Werkbank Automatische Kaustik ✕ +

Strahlanalyse

🔍 📐 📈 📊 📍 3D 🔗 🔍 🔍 🔍

▶ Kaustikanalyse: Kaustik 7500 📄 - □ ✕

i

Ebene 10

Algorithmus Invariante Momente

Ergebnisse	x	y	Gesamt
z ₀ in mm	---	---	57,50
r ₀ in µm	---	---	104,87
z _R in mm	---	---	5,66
Divergenzwinkel θ in mrad	---	---	37,06
M ²	---	---	5,74
SPP	---	---	1,94
Elliptizität bei Δz ₀	---	---	---
Δz ₀ /z _R	---	---	---
Schwerpunkt x bei z ₀ in mm	---	---	0,54
Schwerpunkt y bei z ₀ in mm	---	---	-0,36
Fehlwinkel in mrad	0,24	-9,76	0,41

▶ Ebenenanalyse: Ebene 10 \ Kaustik 7500 📄

i

Ebene 10

Algorithmus Invariante Momente

Regler fixieren auf Nulllevel

Amplitude in cts 2401

Intensität in kW/cm² 0

Auf ROI zentrieren

autom. Skalierung

Zeige Amplitude

Zeige Integral

Zeige Gauss

Algorithmus Invariante Momente

x in µm: 539 y in µm: -361 Amp. in cts: 45559

Ergebnisse	x	y	Gesamt
z in mm	---	---	57,380
r in µm	---	---	105,84
Elliptizität	---	---	0,99
Azimutalwinkel φ in °	---	---	1,2
Schwerpkt. (Fenster) in mm	-0,003	0,001	---
Schwerpkt. (absolut) in mm	0,539	-0,361	---

12.5.8 Anzeige von Messabweichungen in der LaserDiagnosticsSoftware LDS

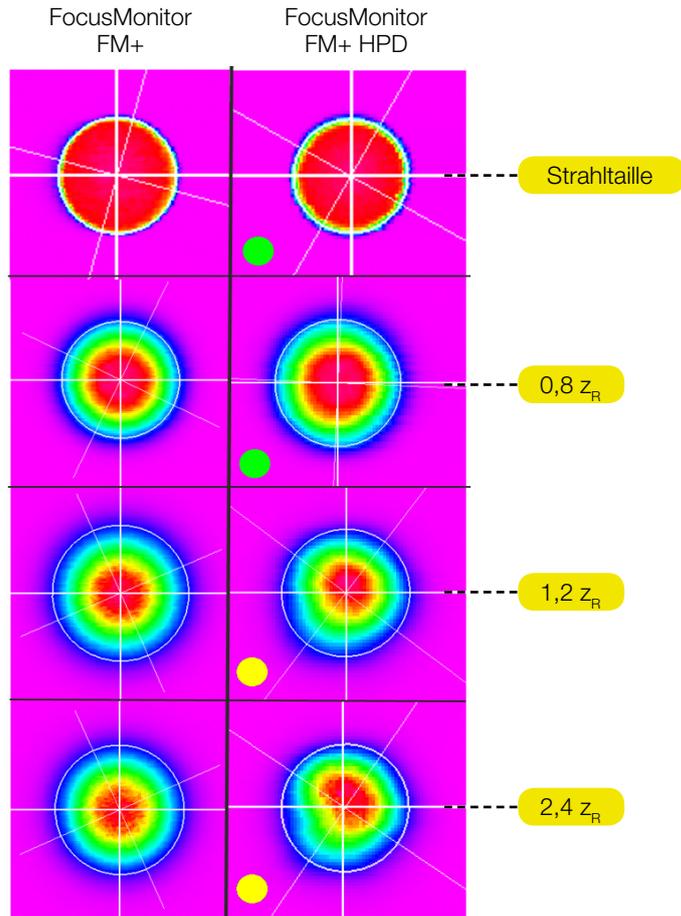
Bei Messungen mit dem FocusMonitor FM+ HPD kann es im Fernfeld einer Kaustik (> 1 Rayleighlänge z_R) zu Abweichungen in der Darstellung der Leistungsdichteverteilung kommen. Die Abweichungen nahe der Strahltaile sind sehr gering und die Fokusebene selbst wird korrekt dargestellt.

Zur leichteren Einordnung werden Ebenen in der LaserDiagnosticsSoftware LDS durch einen farbigen Punkt (grün/gelb) hervorgehoben:

- Ein grüner Punkt markiert fokusnahe Ebenen, in denen die Abweichungen der Leistungsdichteverteilung sehr gering sind.
- Ein gelber Punkt markiert im Fernfeld liegende Ebenen, in denen die Leistungsdichteverteilung verzerrt sein kann. Da sich diese Effekte von Messspitze zu Messspitze unterscheiden, ist eine mit einem gelben Punkt markierte Ebene nicht unbedingt betroffen.

Ebenen können durch die LaserDiagnosticsSoftware LDS nur bewertet werden, wenn sie im Projektbaum als Teil einer validen Kaustikmessung vorliegen. Sollte kein Punkt angezeigt werden ist eine automatische Bewertung durch die LaserDiagnosticsSoftware LDS nicht möglich:

- Die Kaustik wird durch die LaserDiagnosticsSoftware LDS als nicht valide angezeigt.



12.5.9 Unsicherheiten in der Bestimmung der Strahlparameter

Aufgrund möglicher Verzerrungen der Leistungsdichteverteilung im Fernfeld einer Kaustik, können bestimmte Strahlparameter erhöhte Unsicherheiten aufweisen. Dies wird durch einen erhöhten Toleranzbereich ($\Delta r/r < 10\%$) berücksichtigt. Die spezifizierten Messunsicherheiten sind in der Tab. 12.1 auf Seite 39 aufgeführt.

Grenzwerte der Strahlparameter zur sicheren Bestimmung der Strahlparameter	
min. Strahlradius	50 μm
max. Strahlradius	600 μm
max. Leistungsdichte	50 MW/cm ²
max. Strahldivergenz	120 mrad
Wellenlängenbereich	1 000 – 1 100 nm

Messunsicherheiten	
Fokusradius r_0	5 %
Strahlradius r ($ z < 1 z_R$)	5 %
Strahlradius r ($ z > 1 z_R$)	10 %
Fokuslage z_0	3 % z_R
Rayleighlänge z_R	15 %
Beugungsmaßzahl M^2	15 %
Strahldivergenz	10 %

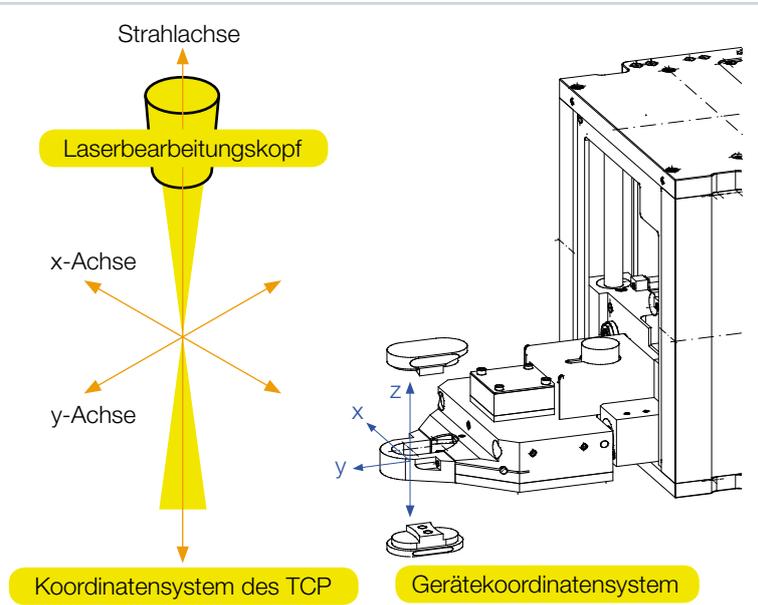
Tab. 12.1: Grenzwerte und Messunsicherheiten

Die Messunsicherheiten beziehen sich auf die Verwendung rotationssymmetrischer Algorithmen: Invariante Momente oder 86 %. Bei anderen Auswertalgorithmen kann es zu erhöhten Unsicherheiten kommen.

12.6 Tool Center Point (TCP) mit Hilfe des FocusMonitor FM+ HPD ermitteln

Üblicherweise befindet sich der Tool Center Point (TCP) auf der Strahlachse in der Fokusebene.

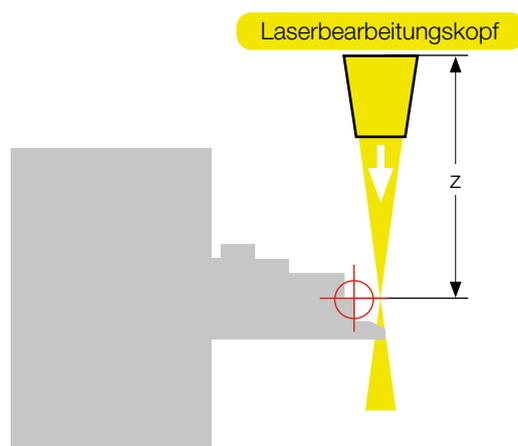
1. Richten Sie den FocusMonitor FM+ HPD gemäß Kapitel 8.5 auf Seite 18 aus.
2. Montieren Sie den FocusMonitor FM+ HPD gemäß Kapitel 8.6 auf Seite 20.
3. Führen Sie gemäß Kapitel 12.5 auf Seite 31 eine automatische Kaustikmessung durch.
4. Verfahren Sie den Messschritten des FocusMonitor FM+ HPD gemäß Kapitel 12.5.5 auf Seite 35 an die ermittelte Fokusebene.
 - Der FocusMonitor FM+ HPD fährt die Bezugsebene an die Fokuslage (siehe Abbildung im Kapitel 12.6.1 auf Seite 41).



5. Messen Sie den Abstand z zwischen der Bezugsebene des Horizontalschlittens (siehe Abbildung im Kapitel 12.6.1 auf Seite 41) und einer Bezugsebene am Laserbearbeitungskopf.

Die nachfolgende Beschreibung zur Bestimmung des TCP steht beispielhaft für einen Bearbeitungskopf mit Koaxialer Beobachtungseinheit.

6. Positionieren Sie den Laserbearbeitungskopf im Abstand z über dem Werkstück.
 - Dabei ist z der Abstand von der Bezugsebene am Laserbearbeitungskopf zur Werkstückoberfläche.
7. Geben Sie einen kurzen Laserpuls mit geringer Leistung auf das Werkstück.
8. Richten Sie das Fadenkreuz der koaxialen Beobachtungskamera auf den Einbrand (x, y-Position) aus.
9. Richten Sie den Laserbearbeitungskopf mit Hilfe des Fadenkreuzes auf einen bekannten Fixpunkt im Maschinenkoordinatensystem aus.
10. Stellen Sie den korrekten Arbeitsabstand zwischen Laserbearbeitungskopf und des zuvor gewählten Fixpunktes ein.
11. Übernehmen Sie die Achsenwerte für diese Position.
 - Der Tool Center Point (TCP) ist bestimmt.



12.6.1 Abstand der Streustruktur im FS³ zum Horizontalschlitten

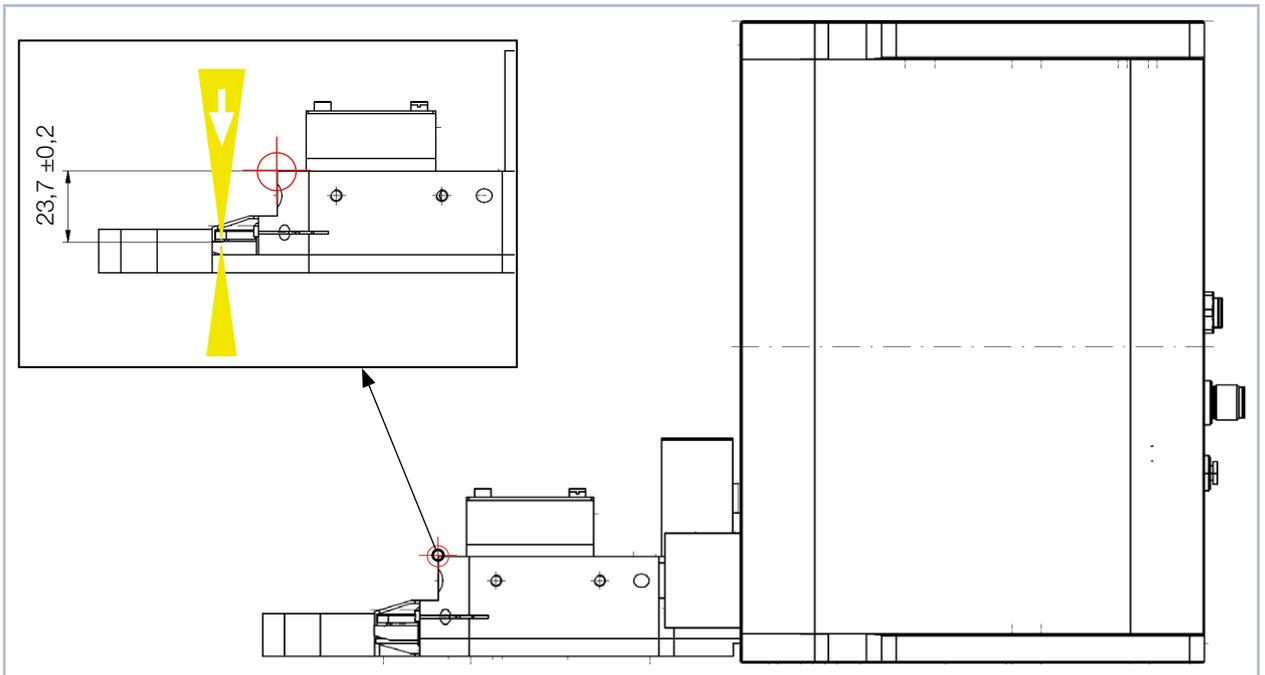


Abb. 12.1: Abstand der Streustruktur im FS³ zur Bezugsebene am Horizontalschlitten

13 Fehlerbehebung

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Verbindung zwischen dem FocusMonitor FM+ HPD und dem PC lässt sich nicht herstellen.	Die Netzwerkadresse des PC ist nicht im Bereich des FocusMonitor FM+.	Weisen Sie in Windows > Systemsteuerung > Netzwerk und Freigabecenter Ihrem PC eine IP-Adresse zu, die im selben Adressbereich wie die des FocusMonitor FM+ HPD liegt.
	Die Verbindung kann durch die Firewall blockiert sein.	Geben Sie den UDP-Port 20034 gemäß Kapitel 12.4.2 auf Seite 30 frei.
	Eine falsche Ethernet-Karte ist ausgewählt.	Wählen Sie gemäß Kapitel 12.4.2 auf Seite 30 die passende Ethernet-Karte aus.
Fehler während einer Messung.	<ul style="list-style-type: none"> Fehler in der Datenübertragung Prozessorabsturz im Messsystem Fehler in der Programmausführung 	<ol style="list-style-type: none"> Starten Sie die LaserDiagnosticsSoftware LDS neu. Schalten Sie die Versorgungsspannung aus und wieder ein, um einen Reset-Zyklus zu starten. Starten Sie den PC neu.
Außer einem Grundrauschen und dem Nulloffset ist kein Messsignal vorhanden.	Das Gerät ist nicht richtig ausgerichtet.	Prüfen Sie die Geräteausrichtung zum Laserstrahl.
	Die Leistungsdichte im Fokus ist zu niedrig.	Erhöhen Sie die Laserleistung. Die absolute Leistungsdichte im Fokus muss typischerweise einige Hundert kW/cm ² betragen, um ein signifikantes Messsignal zu erreichen.
	Bei kleinen Fokusspots (z. B. $r_f = 80 \mu\text{m}$) und maximalem Messfenster ist die Auflösung zu niedrig gewählt.	Messen Sie zunächst außerhalb des unmittelbaren Fokusbereichs. Führt dies nicht zum Ergebnis, erhöhen Sie die Auflösung (z. B. 256 x 256).
	Die Signalverstärkung ist zu niedrig.	Stellen Sie die maximale Verstärkung ein und wählen Sie den maximalen Messbereich.
Das FS ³ wird während der Messung zerstört.	<ul style="list-style-type: none"> Die Leistungsdichte ist zu groß. Eine mechanische Beschädigung ist aufgetreten. 	Ein beschädigtes FS ³ muss unbedingt gewechselt werden, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.
Bei der Vermessung kleiner Strahlen wird ein Versatz der aufgenommenen Messspuren zueinander beobachtet.	Schwankungen im Gleichlauf der Rotationsscheibe sowie Verzögerungen beim Auslösen des Triggersignals.	Legen Sie die Strahlposition möglichst weit an den linken Rand des Messfensters. So wird der zeitliche Abstand zwischen dem Triggersignal und dem Messbeginn kleiner und Störungen können so reduziert werden. Oft ist hier auch eine Mittelung hilfreich.
Die Darstellung des gemessenen Strahls weicht deutlich von den Erwartungen ab.	Interner Defekt der FS ³	Nehmen Sie Kontakt mit dem technischen Support von PRIMES auf. E-Mail Adresse: support@primes.de Wir empfehlen bei der Kontaktaufnahme einige Beispielmessungen mitzuliefern.

14 **Wartung und Service**

Für die Festlegung der Wartungsintervalle für das Messgerät ist der Betreiber verantwortlich. PRIMES empfiehlt ein Wartungsintervall von 12 Monaten für Inspektion und Validierung. Bei sporadischem Gebrauch des Messgeräts kann das Wartungsintervall auf bis zu 24 Monate festgelegt werden.

15 **Maßnahmen zur Produktentsorgung**

PRIMES ist im Rahmen des Elektro-Elektronik-Gesetzes (Elektro-G) verpflichtet, nach dem August 2005 gefertigte PRIMES-Messgeräte kostenlos zu entsorgen. PRIMES ist bei der Stiftung Elektro-Altgeräte-Register („EAR“) als Hersteller unter der Nummer WEEE-Reg.-Nr. DE65549202 registriert. Sie können innerhalb der EU zu entsorgende PRIMES-Messgeräte zur kostenfreien Entsorgung (dieser Service beinhaltet nicht die Versandkosten) an unsere Adresse senden:

PRIMES GmbH
Max-Planck-Str. 2
64319 Pfungstadt
Deutschland

16 Konformitätserklärung**Original-EG-Konformitätserklärung**

Der Hersteller: PRIMES GmbH, Max-Planck-Straße 2, 64319 Pfungstadt

erklärt hiermit, dass das Gerät mit der Bezeichnung:

FocusMonitor (FM)

Typen: FM 35; FM 120; FM+; FM+ HPD; FMW; FMW+

die Bestimmungen der folgenden einschlägigen EG-Richtlinien erfüllt:

- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- EMV-Richtlinie 2014/30/EU
- Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU
- RoHS-Richtlinie 2011/65/EU zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten
- Richtlinie 2014/32/EG über Messgeräte

Bevollmächtigter für die Dokumentation:

PRIMES GmbH, Max-Planck-Str. 2, 64319 Pfungstadt

Der Hersteller verpflichtet sich, die technischen Unterlagen der zuständigen nationalen Behörde auf begründetes Verlangen innerhalb einer angemessenen Zeit elektronisch zu übermitteln.

Pfungstadt, 7. November 2019

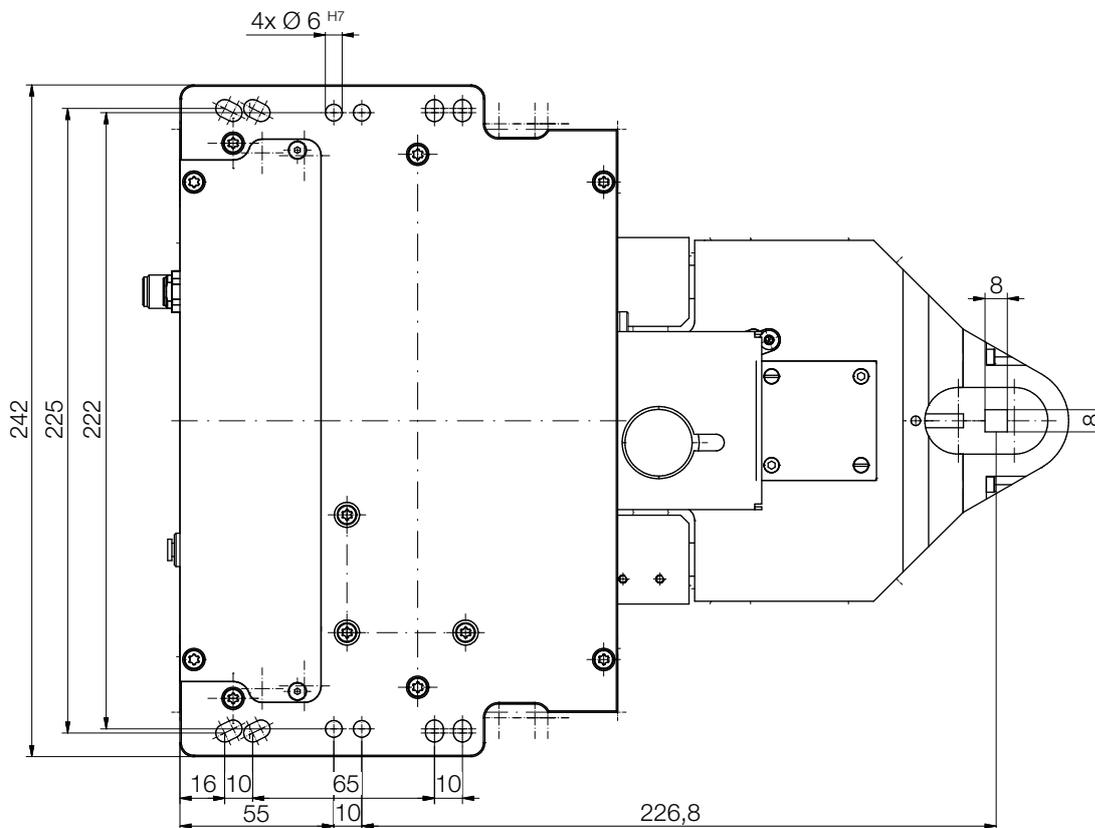
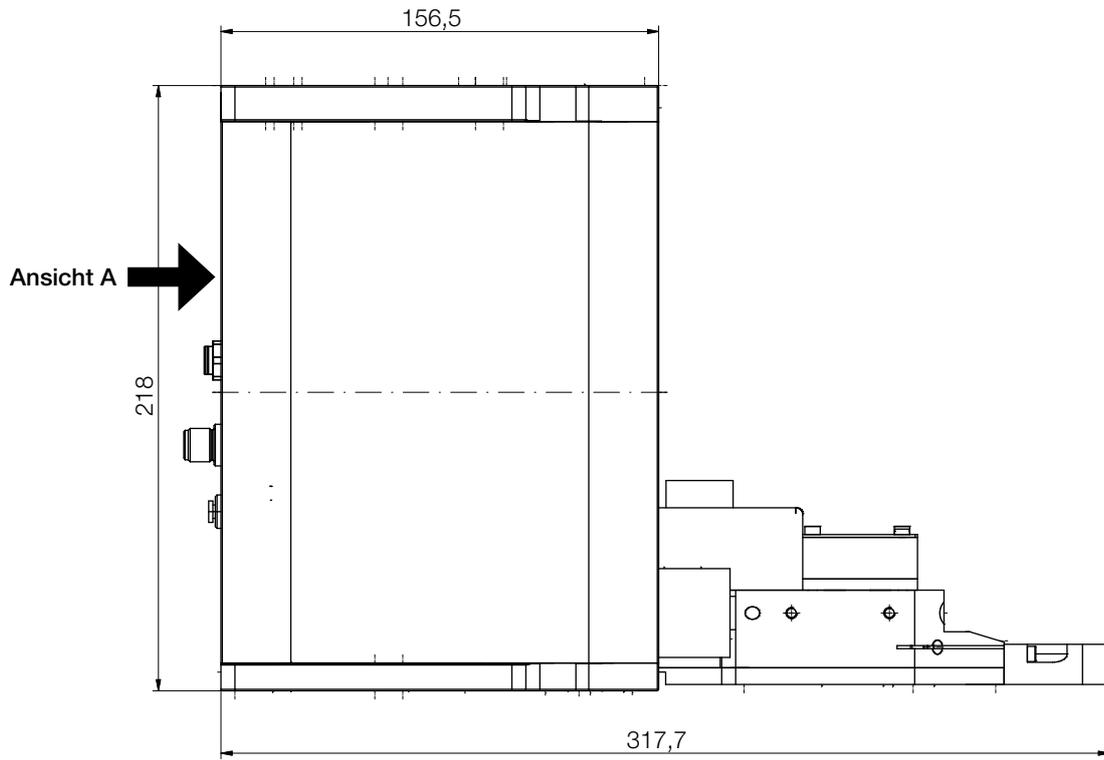


Dr. Reinhard Kramer, Geschäftsführer

17 Technische Daten

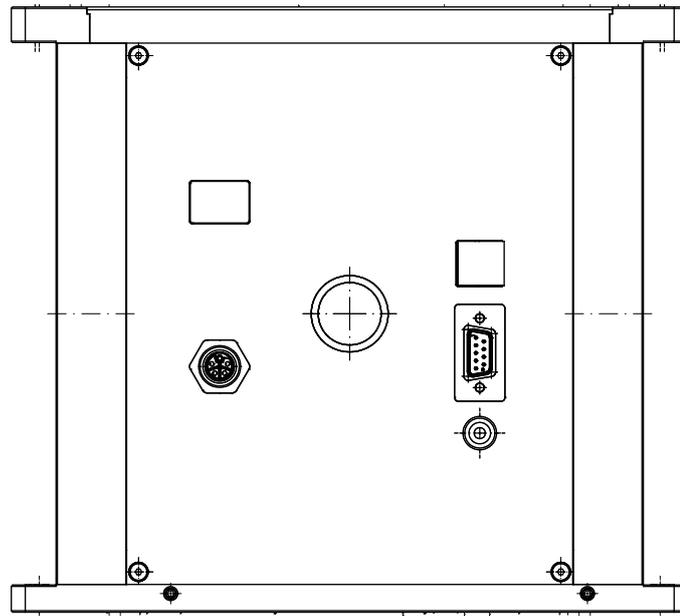
Messparameter	
Leistungsbereich	30 – 25 000 W
Wellenlängenbereich	1 000 – 1 100 nm
Strahldurchmesser	100 – 1 200 μm^*
Max. Leistungsdichte	50 MW/cm ²
Max. Strahldivergenz	120 mrad
* Die Ausdehnung der zu vermessenden Strahlverteilung darf im 86 % Leistungseinschluss die Größe von 1 200 μm nicht überschreiten. Innerhalb dieses Bereiches ist auch eine Vermessung von Multispots möglich.	
Ermittelte Parameter	
Fokusposition x, y, z	ja
Fokusradius x, y	ja
Beugungsmaßzahl M ²	ja
Rohstrahldurchmesser am fokussierenden Element	ja
Strahlparameterprodukt SPP	ja
Divergenzwinkel	ja
Leistungsdichteverteilung	2D, 3D
Geräteparameter	
Arbeitsbereich x-y	8 x 8 mm
Arbeitsbereich z	120 mm
Mechanische Apertur	8 x 8 mm
Auflösung	32 x 32 – 1 024 x 1 024 Pixel
Drehzahl des FS ³	1 875 min ⁻¹
Versorgungsdaten	
Elektrische Versorgung	24 V DC \pm 5 %, max. 3,5 A
Schutzgas (wasser- und ölfrei)	Helium, Stickstoff, Argon, Druckluft
Spezifikation der Druckluft gemäß ISO 8573-1: 2010	1:4:2
Versorgungsdruck Schutzgas	typ. 0,5 bar
Kommunikation	
Schnittstellen	RS485/Ethernet
Maße und Gewichte	
Abmessungen (L x B x H)	318 x 242 x 218 mm
Gewicht (ca.)	8,5 kg
Umgebungsbedingungen	
Gebrauchstemperaturbereich	10 – 40 °C
Lagerungstemperaturbereich	5 – 50 °C
Referenztemperatur	22 °C
Zulässige relative Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)	10 – 80 %

18 Abmessungen



Alle Angaben in mm (Allgemeintoleranz ISO 2768-v)

Ansicht A



Alle Angaben in mm (Allgemeintoleranz ISO 2768-v)

19 Anhang

19.1 Rotationsscheibe wechseln (Tutorial-Video-Link)

Benötigen Sie Unterstützung?

Ein Tutorial-Video finden Sie unter dem folgenden Link:
www.primes.de/de/support/downloads/tutorialvideos/fmplus-hpd.html



NEED HELP?

www.primes.de/de/support/downloads/tutorialvideos/fmplus-hpd.html