

## Originalbetriebsanleitung



## PowerMonitor EC-PM

LaserDiagnosticsSoftware LDS

PowerMonitorSoftware PMS



**WICHTIG!**

**VOR DEM GEBRAUCH SORGFÄLTIG LESEN.**

**ZUR SPÄTEREN VERWENDUNG AUFBEWAHREN.**

## Inhaltsverzeichnis

1	Grundlegende Sicherheitshinweise	7
2	Symbole und Konventionen	8
3	Über diese Betriebsanleitung	10
4	Gerätebeschreibung	11
4.1	Übersicht über die Geräte-Typen	11
4.2	Funktionsbeschreibung	11
4.3	Messprinzip	12
4.4	Elektronische Kalibrierung	12
4.5	Optische Anzeigen und akustisches Signal	13
4.5.1	Display	13
4.5.2	LEDs	13
4.5.3	Akustisches Warnsignal	13
4.6	Erläuterung der Produktsicherheitslabel und Warnaufkleber	14
4.7	Lieferumfang und optionales Zubehör	16
5	Transport und Lagerung	17
5.1	Warnhinweise	17
5.2	Versand des Gerätes mit fest verbauten Lithium-Metall-Batterien	18
6	Montage	18
6.1	Bedingungen am Einbauort	18
6.2	Einbau in die Laseranlage	18
6.2.1	Montage vorbereiten	18
6.2.2	Mögliche Einbaulagen	19
6.2.3	Gerät ausrichten	20
6.2.4	Gerät montieren	22
6.3	Ausbau aus der Laseranlage	24
7	Anschlüsse	25
7.1	Übersicht der Anschlüsse	25
7.2	Spannungsversorgung (Power)	26
7.2.1	Spannungsversorgung über das PRIMES Netzkabel bei der Verwendung als Stand-alone-Gerät	27
7.2.2	Spannungsversorgung über das PRIMES Netzkabel und Kommunikation mit dem PC über USB	28
7.2.3	Spannungsversorgung über das PRIMES Netzkabel und Kommunikation mit dem PC über den PRIMES Konverter	29
7.3	PRIMES Bus RS485	31
7.4	USB	31
7.4.1	Spezifikation	31
7.4.2	USB-Treiber manuell installieren	32
7.5	Analogausgang (Analog Out)	33
7.6	Safety Interlock (Shutter Interlock)	34
7.7	Kühlkreis (Water In/Water Out)	35
7.7.1	Kühlwasserschläuche anschließen/entfernen	35
7.7.2	Schäden am Gerät	35
7.7.3	Messungenauigkeiten vermeiden	36
7.7.4	Schäden am Durchflussmesser	37
7.7.5	Parameter des Kühlwasseranschlusses	38
7.7.6	Druckverlust	39
7.8	Druckluftanschluss (Compressed air)	40

<b>8</b>	<b>Software-Installation</b>	<b>40</b>
8.1	LaserDiagnosticsSoftware LDS installieren .....	41
8.2	PowerMonitorSoftware PMS installieren .....	41
<b>9</b>	<b>Messen</b>	<b>42</b>
9.1	Warnhinweise.....	42
9.2	Messbereitschaft herstellen .....	43
9.3	Messen mit dem EC-PM als Stand-alone-Gerät .....	43
9.4	Messen mit der LaserDiagnosticsSoftware LDS .....	44
9.4.1	Gerät mit der LDS verbinden/trennen.....	44
9.4.2	Allgemeine Informationen zum Arbeiten mit der LDS .....	45
9.4.3	Messmodus Leistungsmessung öffnen .....	46
9.4.4	Leistungsmessung durchführen .....	47
9.4.5	Anzeige der Messergebnisse .....	50
9.5	Messen mit der PowerMonitorSoftware PMS .....	51
9.5.1	Gerät einschalten und PMS starten.....	51
9.5.2	Gerät mit der PMS verbinden.....	52
9.5.3	Schnittstellen testen.....	53
9.5.4	Kommunikation mehrerer Geräte testen.....	54
9.5.5	Geräteoffset bestimmen.....	55
9.5.6	Elektronische Kalibrierung starten .....	56
9.5.7	Leistungsmessung durchführen .....	57
9.5.8	Messwertanzeige .....	58
<b>10</b>	<b>Fehlerbehebung</b>	<b>60</b>
10.1	Meldungen in der LDS beim Messen.....	60
10.2	Verbindungsfehler mit der LDS .....	61
10.3	Akustisches Warnsignal.....	61
10.4	Safety Interlock wurde ausgelöst.....	61
10.5	Sonstige Fehler .....	62
<b>11</b>	<b>Wartung und Inspektion</b>	<b>63</b>
11.1	Wartungsintervalle .....	63
11.2	Geräteoberfläche reinigen .....	63
<b>12</b>	<b>Maßnahmen zur Produktentsorgung</b>	<b>64</b>
<b>13</b>	<b>Konformitätserklärung</b>	<b>65</b>
<b>14</b>	<b>Technische Daten</b>	<b>66</b>
<b>15</b>	<b>Abmessungen</b>	<b>68</b>
<b>16</b>	<b>Anhang</b>	<b>70</b>
A	Diagramm der max. Laserleistung in Abhängigkeit vom Strahldurchmesser.....	70
B	GNU GPL Lizenzhinweis .....	70
C	Betrieb des EC-PM mit dem PRIMES PanelDisplay .....	71
D	Faseradapter.....	73
E	Paraller Betrieb des EC-PM mit einem FocusMonitor FM+ .....	74

## PRIMES - das Unternehmen

PRIMES ist Hersteller von Messgeräten zur Laserstrahlcharakterisierung. Diese Geräte werden zur Diagnostik von Hochleistungslasern eingesetzt. Das reicht von CO<sub>2</sub>-Lasern über Festkörper- und Faserlasern bis zu Diodenlasern. Der Wellenlängenbereich von IR bis nahes UV wird abgedeckt. Ein großes Angebot von Messgeräten zur Bestimmung der folgenden Strahlparameter steht zur Verfügung:

- Laserleistung
- Strahlmessungen und die Strahlage des unfokussierten Strahls
- Strahlmessungen und die Strahlage des fokussierten Strahls
- Beugungsmaßzahl M<sup>2</sup>

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 entwickelt.

Der Gebrauch zu irgendeinem anderen Zweck gilt als nicht bestimmungsgemäß und ist strikt untersagt. Des Weiteren erfordert ein bestimmungsgemäßer Gebrauch zwingend, dass alle Angaben, Anweisungen, Sicherheits- und Warnhinweise in dieser Betriebsanleitung beachtet werden. Es gelten die in Kapitel 14 „Technische Daten“ auf Seite 66 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.

Diese Betriebsanleitung ist Bestandteil des Gerätes und sie ist in unmittelbarer Nähe des Einsatzortes, für das Personal jederzeit zugänglich, aufzubewahren.

Jede Person, die mit der Aufstellung, Inbetriebnahme oder Betrieb des Gerätes beauftragt ist, muss die Betriebsanleitung und insbesondere die Sicherheitshinweise gelesen und verstanden haben.

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.

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.
- Tragen Sie **Laserschutzbrillen** 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.
- 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.
- Schließen Sie den Safety Interlock der Lasersteuerung an das Gerät an. Prüfen Sie die ordnungsgemäße Abschaltung des Lasers im Fehlerfall durch den Safety Interlock.
- 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.

### 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 Gerätes oder der zugehörigen Software sind.

## 2 Symbole und Konventionen

### Warnhinweise

Folgende Symbole und Signalwörter weisen in Form von Warnhinweisen 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.

#### **HINWEIS**

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

## Produktsicherheitslabel

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



Betriebsanleitung beachten!



Warnung vor elektrischer Spannung!



Hineinfassen verboten!



Kennzeichnung gemäß WEEE-Richtlinie:

Das Gerät darf nicht über den Hausmüll, sondern muss in einer getrennten Elektroaltgeräte-Sammlung umweltverträglich entsorgt werden.

## Weitere Symbole und Konventionen in dieser Anleitung



Hier finden Sie nützliche Informationen und hilfreiche Tipps.

- ▶ Kennzeichnet eine einfache Handlungsanweisung.  
Stehen mehrere dieser Anweisungen untereinander, ist die Reihenfolge ihrer Ausführung unerheblich oder sie stellen Handlungsalternativen dar.
- 1. Eine nummerierte Liste kennzeichnet eine Folge von Handlungsanweisungen, die in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden müssen.
- 2.
- ...
- Kennzeichnet ein Handlungsergebnis zur Erläuterung von Vorgängen, die im Hintergrund ablaufen.
- 👁️ Kennzeichnet eine Beobachtungsaufforderung, um die Aufmerksamkeit auf sichtbare Rückmeldungen vom Gerät oder der Software zu lenken.  
Beobachtungsaufforderungen erleichtern die Kontrolle, ob eine Handlungsanweisung erfolgreich ausgeführt wurde. Häufig leiten sie auch zur nächsten Handlungsanweisung über.
- 👉 Zeigt auf ein Bedienelement, welches gedrückt/angeklickt werden soll.
- ← Zeigt auf ein im Text beschriebenes Element (z. B. ein Eingabefeld).

### 3 Über diese Betriebsanleitung

Diese Anleitung beschreibt die Installation und Bedienung des PowerMonitor EC-PM (Electronically Calibrated) und das Durchführen von Messungen:

- als Stand-alone-Gerät
- mit der LaserDiagnosticsSoftware LDS ab der Version 3.0
- mit der PowerMonitorSoftware PMS

In dieser Betriebsanleitung werden die Kurzbezeichnungen EC-PM, LDS und PMS verwendet.

Für den Messbetrieb mit einem PC muss die LDS oder die PMS auf dem PC installiert sein. Die LDS und PMS sind im Lieferumfang enthalten. Gerne stellt PRIMES Ihnen auch einen aktuellen Downloadlink zur Verfügung.

Kontaktieren Sie dazu Ihren Vertriebspartner oder wenden Sie sich per E-Mail an: [support@primes.de](mailto:support@primes.de)

Die Kompatibilität ihres EC-PM mit der LDS ist durch das LDS-Symbol auf dem Typenschild gekennzeichnet. Ohne LDS-Symbol auf dem Typenschild ist das Gerät nicht mit der aktuellen LDS-Version kompatibel. Bitte verwenden Sie stattdessen die PMS.

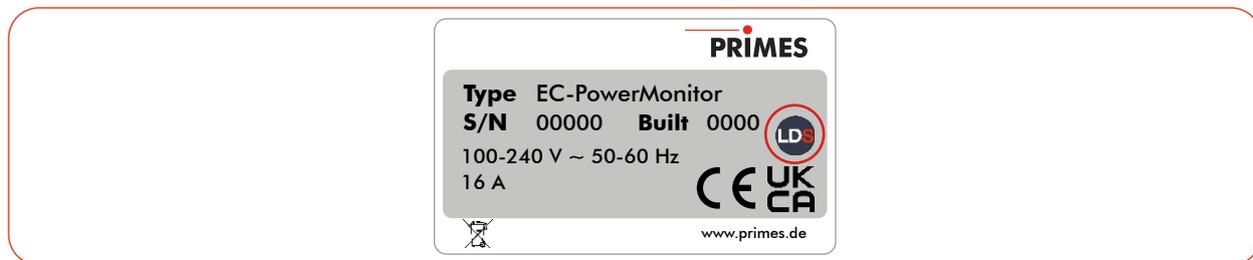


Abb. 3.1: Typenschild mit LDS-Symbol

Bei der Beschreibung der Software wird eine kurze Einführung in die Nutzung für den Messbetrieb gegeben. Eine ausführliche Beschreibung der Softwareinstallation, der Dateiverwaltung und Auswertung der Messdaten entnehmen Sie bitte der gesonderten Anleitung zur LDS.



In dieser Betriebsanleitung wird die zum Zeitpunkt der Drucklegung gültige Softwareversion beschrieben. Da die LDS laufend weiterentwickelt wird, ist es möglich, dass eine neuere Version verfügbar ist.

## 4 Gerätebeschreibung

### 4.1 Übersicht über die Geräte-Typen

Die EC-PM können mit unterschiedlichen Spannungsversorgungen ausgestattet sein:

- 100-240 V
- 100-120 V

Die spezifische Spannungsversorgung für das Gerät ist auf dem Typenschild gekennzeichnet. Der 100-120 V Geräte-Typ ist zusätzlich mit einem Warnaufkleber gekennzeichnet:

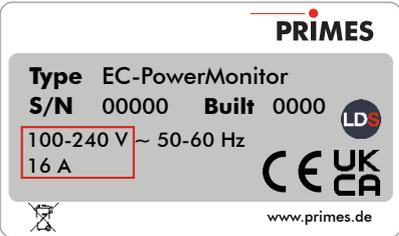
EC-PM mit 100-240 V Spannungsversorgung	EC-PM mit 100-120 V Spannungsversorgung
 <p>PRIMES Type EC-PowerMonitor S/N 00000 Built 0000 100-240 V ~ 50-60 Hz 16 A LD CE UK CA www.primes.de</p>	 <p>PRIMES Type EC-PowerMonitor S/N 00000 Built 0000 100-120 V ~ 50-60 Hz 18 A LD CE UK CA www.primes.de HINWEIS / NOTICE Max. 120 V</p>

Abb. 4.1: Kennzeichnung der Spannungsversorgung

### 4.2 Funktionsbeschreibung

Der EC-PM ist ein Messgerät zur Bestimmung der Leistung von Laserstrahlen im Multikilowattbereich mit Wellenlängen im CO<sub>2</sub>-, NIR- und VIS-Bereich.

Die Hauptanwendung liegt in der Überwachung der im Bearbeitungsbereich verfügbaren Laserleistung von CO<sub>2</sub>-, Festkörper-Lasern oder Hochleistungs-Diodenlasern. Mit der integrierten Selbsttestfunktion kann der EC-PM zudem als Werknormal für andere Kalorimeter zu Kalibrierungszwecken eingesetzt werden.

Das Gerät ist sowohl zur Vermessung von kollimierten Laserstrahlen als auch zur Vermessung divergenter und konvergenter Laserstrahlen geeignet.



Abb. 4.2: Funktionsbeschreibung

### 4.3 Messprinzip

Der EC-PM bietet eine schnelle, aktiv gekühlte Leistungsmessung nach dem kalorimetrischen Messprinzip.

Der Laserstrahl trifft im Gerät auf einen Umlenkspiegel. Dieser lenkt den Strahl durch eine Apertur und weitet ihn so auf, dass er eine möglichst große Absorberfläche bestrahlt.

Die gesamte eingestrahelte Laserleistung wird im Gerät von einem wassergekühlten Absorber aufgenommen. Die absorbierte Leistung wird durch Messung der Durchflussmenge des Kühlwassers und der Temperaturdifferenz zwischen Wasservorlauf und Wasserrücklauf bestimmt.

Auf Grundlage des Temperaturanstiegs und der thermischen Eigenschaften des Absorbers ist die mikroprozessorbasierte Elektronik in der Lage, die Laserleistung mit hoher Genauigkeit zu berechnen.

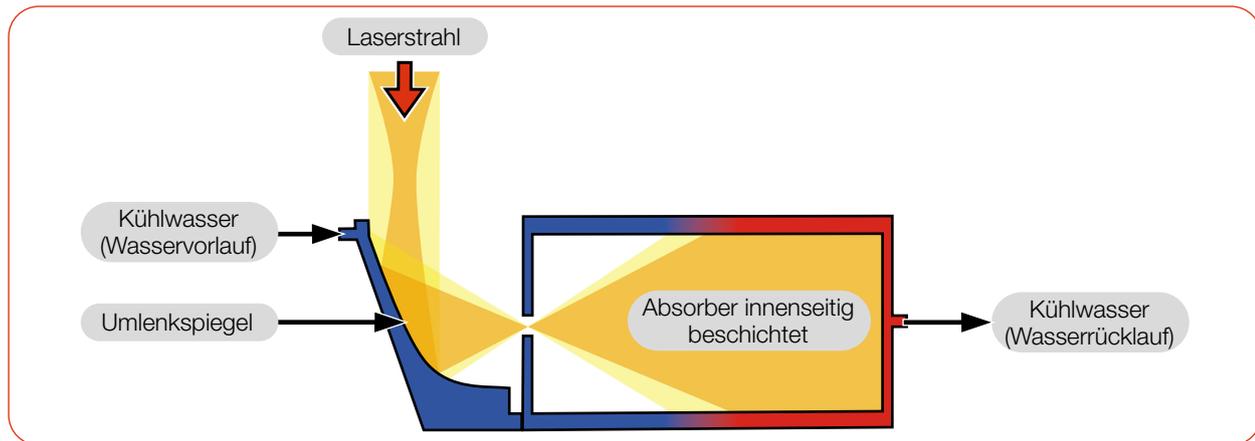


Abb. 4.3: Messprinzip (schematisch)

### 4.4 Elektronische Kalibrierung

Mit der integrierten Selbsttestfunktion kann die Messgenauigkeit des Gerätes jederzeit überprüft werden.

Eine Heizpatrone erwärmt das Kühlwasser und die elektrisch erbrachte Wärmeleistung wird kalorimetrisch bestimmt. Dieser Wert wird mit der von der Heizpatrone aufgenommenen elektrischen Leistung verglichen.

Dazu verfügt der EC-PM über hochgenaue Messsysteme für Stromaufnahme und Betriebsspannung der Heizpatrone.

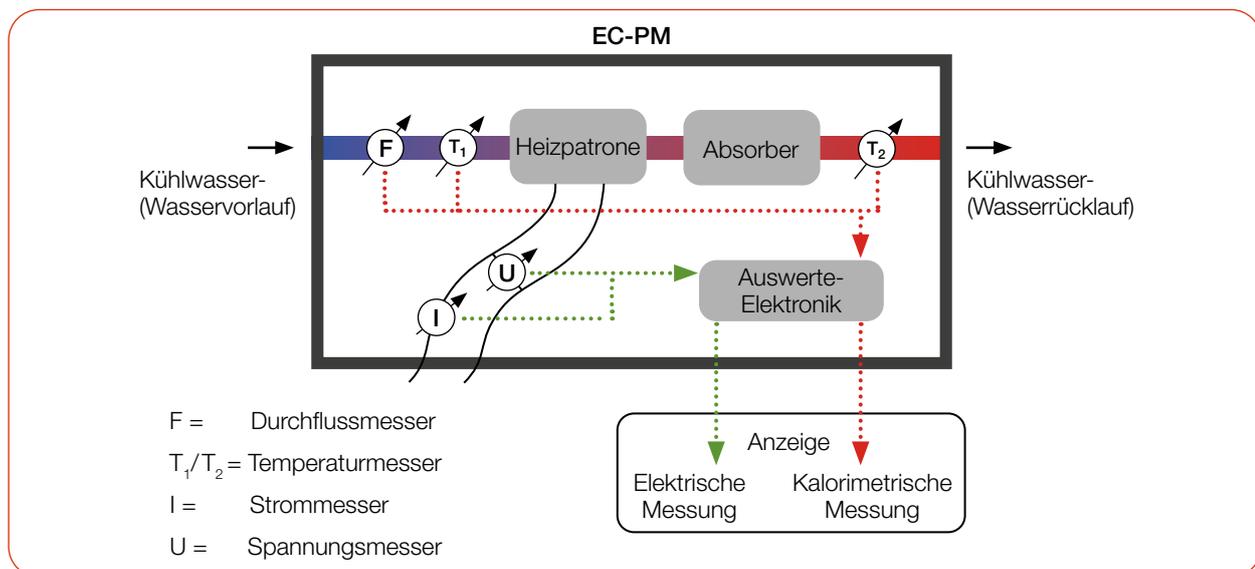
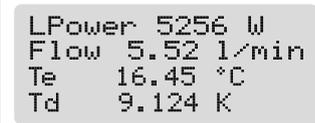


Abb. 4.4: Messprinzip der elektronischen Kalibrierung (schematisch)

## 4.5 Optische Anzeigen und akustisches Signal

### 4.5.1 Display

Das Display zeigt die folgenden Messwerte an:

Anzeige	Bedeutung	
LPower	Laserleistung in W	
Flow	Durchflussmenge des Kühlwassers in l/min	
Te	Kühlwassertemperatur am Wasservorlauf (Water In) in °C	
Td	Temperaturdifferenz zwischen Wasservorlauf (Water In) und Wasserrücklauf (Water Out) in Kelvin	

Tab. 4.1: Bedeutung der Abkürzungen im Display

### 4.5.2 LEDs

Die LEDs zeigen verschiedene Zustände des EC-PM an.

LED	Farbe	Bedeutung
Power	Grün	Spannungsversorgung ist eingeschaltet.
Error	Rot	Der Safety Interlock wurde durch mindestens eine der folgenden Bedingungen ausgelöst: <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Kühlwasserdurchfluss ist zu gering (Flow &lt; 4 l/min)</li> <li>• die Kühlwassertemperatur am Wasservorlauf (Water In) ist zu hoch (Te &gt; 70 °C)</li> <li>• die Temperaturdifferenz zwischen Wasservorlauf (Water In) und Wasserrücklauf (Water Out) ist zu groß (Td &gt; 50 K)</li> <li>• der Shutter ist nicht (vollständig) geöffnet</li> </ul>

Tab. 4.2: Bedeutung der LEDs

### 4.5.3 Akustisches Warnsignal

Wenn die zulässige Temperatur des Absorbers von 60 °C überschritten wird, ertönt ein Warnsignal:

- Schalten Sie den Laser unverzüglich aus.

Das weitere Vorgehen zur Fehlerbehebung ist im Kapitel 10.3 „Akustisches Warnsignal“ auf Seite 61 beschrieben.

**4.6 Erläuterung der Produktsicherheitslabel und Warnaufkleber**

Auf dem Gerät sind mögliche Gefahrenstellen mit Produktsicherheitslabel und Warnaufklebern gekennzeichnet.

**Warnaufkleber „Hinweis/Notice Max. 120 V“ (nur 100-120 V-Gerätetyp)**

Beim Anschließen des 100-120 V-Gerätetyps an eine Spannungsversorgung von 230 V wird das Gerät beschädigt. Vergewissern Sie sich vor der Inbetriebnahme, dass die vorhandene Netzspannung mit der Nennspannung auf dem Typenschild übereinstimmt.



Abb. 4.5: Warnaufkleber „Hinweis max. 120 V“

**Produktsicherheitslabel „Warnung vor elektrischer Spannung – Vor Öffnen des Gerätes Netzstecker ziehen“**

Zum Montieren des Gerätes auf einer kundenseitigen Halterung muss das Gehäuseblech demontiert werden. Ziehen Sie den Netzstecker vor dem Öffnen des Gerätes. Unter dem Gehäuseblech befinden sich spannungsführende Teile, die bei Berührung zu einem Stromschlag führen. Lösen Sie nicht die Schraube der Erdungsleitung (⏚) am Gehäuseblech.

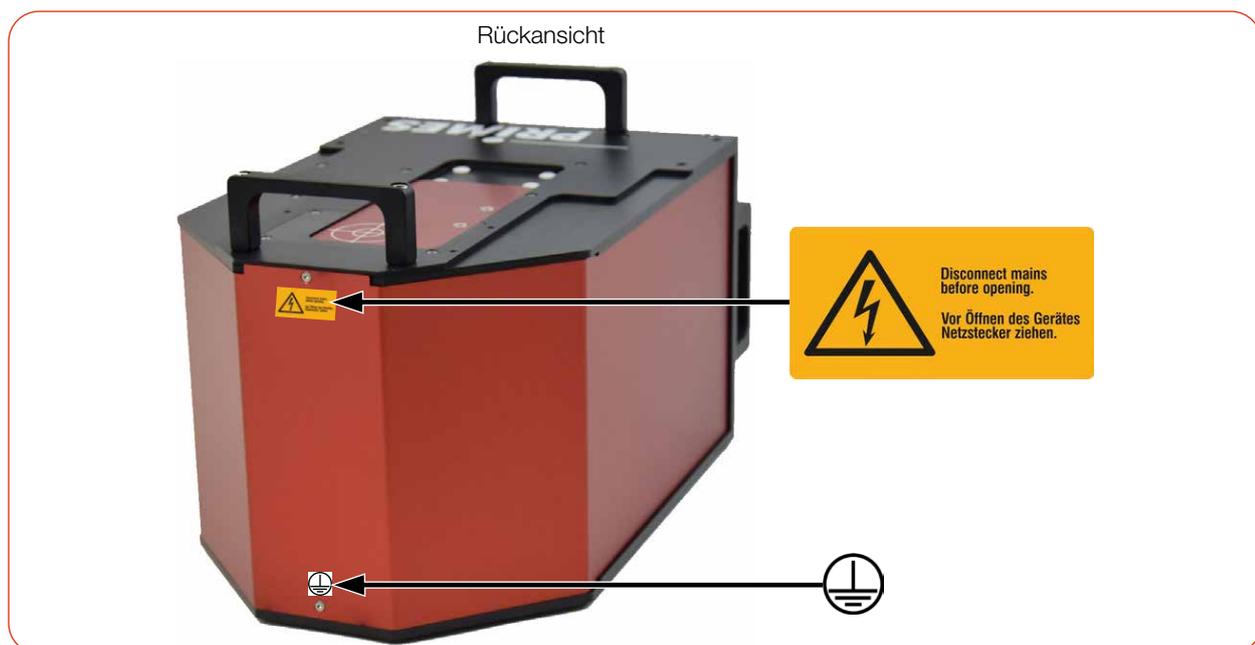


Abb. 4.6: Produktsicherheitslabel „Warnung vor elektrischer Spannung“ und Position der Erdungsleitung

### Produktsicherheitslabel „Hineinfassen verboten“

Greifen Sie nicht in die Eintrittsapertur. Das Berühren des Umlenkspiegels unterhalb des Shutters kann zu einer lokalen Absorption der Laserstrahlung an den Berührungspunkten führen, dies führt zu Einbränden und einer erhöhten Streustrahlung.



Abb. 4.7: Produktsicherheitslabel „Hineinfassen verboten“

### Warnaufkleber „Keine Druckluft verwenden“

Der Durchflussmesser wird durch die Verwendung von Druckluft im Kühlkreis beschädigt. Verwenden Sie zum Entleeren des Kühlkreises keine Druckluft.



Abb. 4.8: Warnaufkleber „Keine Druckluft verwenden“

#### 4.7 Lieferumfang und optionales Zubehör

Folgende Teile sind im Lieferumfang enthalten:

- PowerMonitor EC-PM mit Ovalradzähler
- PRIMES USB-Stick
- Betriebsanleitung
- Länderspezifisches PRIMES Netzkabel
- USB Kabel (B auf A Stecker), 5 m
- PRIMES RS485/RS232-Konverter mit:
  - 2 D-Sub-Kabeln, 1,8 m
  - Verlängerungskabel, 10 m
  - USB-Seriell-Konverter, 0,1 m
- Analog out-Kabel, 5 m
- Safety Interlock-Kabel, 5 m
- 2 Kühlkreis-Blindstopfen (montiert)

Das folgende Zubehör ist optional erhältlich:

- Transport- und Aufbewahrungskoffer
- PRIMES PanelDisplay  
externe Anzeige mit bis zu 20 m Abstand zum EC-PM  
(siehe Anhang C auf Seite 71)
- Faseradapter für EC-PM  
(siehe Anhang D auf Seite 73)
- Abstandshalter EC-PM für FocusMonitor FM+  
(siehe Anhang E auf Seite 74)

## 5 Transport und Lagerung

### 5.1 Warnhinweise

#### **HINWEIS**

##### **Beschädigung/Zerstörung des Gerätes**

Durch harte Stöße oder Fallenlassen kann das Gerät beschädigt werden.

Das Berühren des Umlenkspiegels unterhalb des Shutters kann zu einer lokalen Absorption der Laserstrahlung an den Berührungsstellen führen, dies führt zu Einbränden und einer erhöhten Streustrahlung.

- ▶ Greifen Sie nicht in die Eintrittsapertur.
- ▶ Handhaben Sie das Gerät beim Transport vorsichtig.

#### **HINWEIS**

Auslaufendes Kühlwasser kann das Gerät beschädigen. Der Transport des Gerätes bei Temperaturen nahe oder unter dem Gefrierpunkt und nicht vollständig entleertem Kühlkreis kann zu Geräteschäden führen.

- ▶ Entleeren Sie das Leitungssystem des Kühlkreises vollständig.
- ▶ Auch wenn das Leitungssystem des Kühlkreises entleert wurde, verbleibt immer eine geringe Menge Restwasser im Gerät. Dieses kann austreten und ins Geräteinnere gelangen. Verschließen Sie die Anschlüsse des Kühlkreislaufs mit den beiliegenden Verschlussstopfen.

#### **HINWEIS**

##### **Beschädigung/Zerstörung des Durchflussmessers**

Der Durchflussmesser wird durch die Verwendung von Druckluft im Kühlkreis beschädigt.

- ▶ Verwenden Sie zum Entleeren des Kühlkreises keine Druckluft.

## 5.2 Versand des Gerätes mit fest verbauten Lithium-Metall-Batterien

Das Gerät ist mit 2 fest verbauten Lithium-Metall-Zellen (im folgenden Batterie genannt) ausgestattet. Eine Entnahme der Batterie durch den Endnutzer ist für dieses Produkt nicht vorgesehen.

Im Falle des Versands ist das Gerät als Gefahrgut zu betrachten. Aufgrund der fest verbauten Batterie ist es als „Batterie in Ausrüstung“ klassifiziert.

► Beachten Sie die Anforderungen zum Versand gemäß den gültigen Vorschriften.

### **Insbesondere bei einer beschädigten Batterie sind besondere Vorschriften zu beachten:**

Bei beschädigten Batterien besteht Entzündungsgefahr! Diese Batterien müssen durch qualifiziertes Personal ausgesondert, überprüft und falls notwendig neu verpackt werden!

### **Angaben zur Batterie für den Versand:**

Zell-/Batterie-Typ: Lithium Metall

Zelle oder Batterie: Zelle

LC oder Wh Angabe: 0,7 g

Zell-/Batteriegewicht: 16 g

UN-Klassifizierung: UN 3091: Lithium-Metall-Batterie in Ausrüstung

## 6 Montage

### 6.1 Bedingungen am Einbauort

- Das Gerät darf nicht in kondensierender Atmosphäre betrieben werden.
- Die Umgebungsluft muss frei von Gasen und Aerosolen sein, die die Laserstrahlung beeinträchtigen (z. B. organische Lösungsmittel, Zigarettenrauch, Schwefelhexafluorid).
- Schützen Sie das Gerät vor Spritzwasser und Staub.
- Betreiben Sie das Gerät nur in geschlossenen Räumen.

### 6.2 Einbau in die Laseranlage

#### 6.2.1 Montage vorbereiten

1. Schalten Sie den Laserstrahl aus.
2. Stellen Sie sicher, dass alle beweglichen Teile, z. B. Roboterarme, etc. im Stillstand sind und dass diese nicht unbeabsichtigt in Bewegung gebracht werden können.
3. Prüfen Sie vor der Montage die Platzverhältnisse, insbesondere den benötigten Freiraum für die Kabel und -schläuche.

## 6.2.2 Mögliche Einbaulagen

Der EC-PM kann in den Einbaulagen gemäß Abb. 6.1 montiert werden.

Der EC-PM darf nicht mit der Anschlussseite nach oben oder unten liegend eingebaut werden.

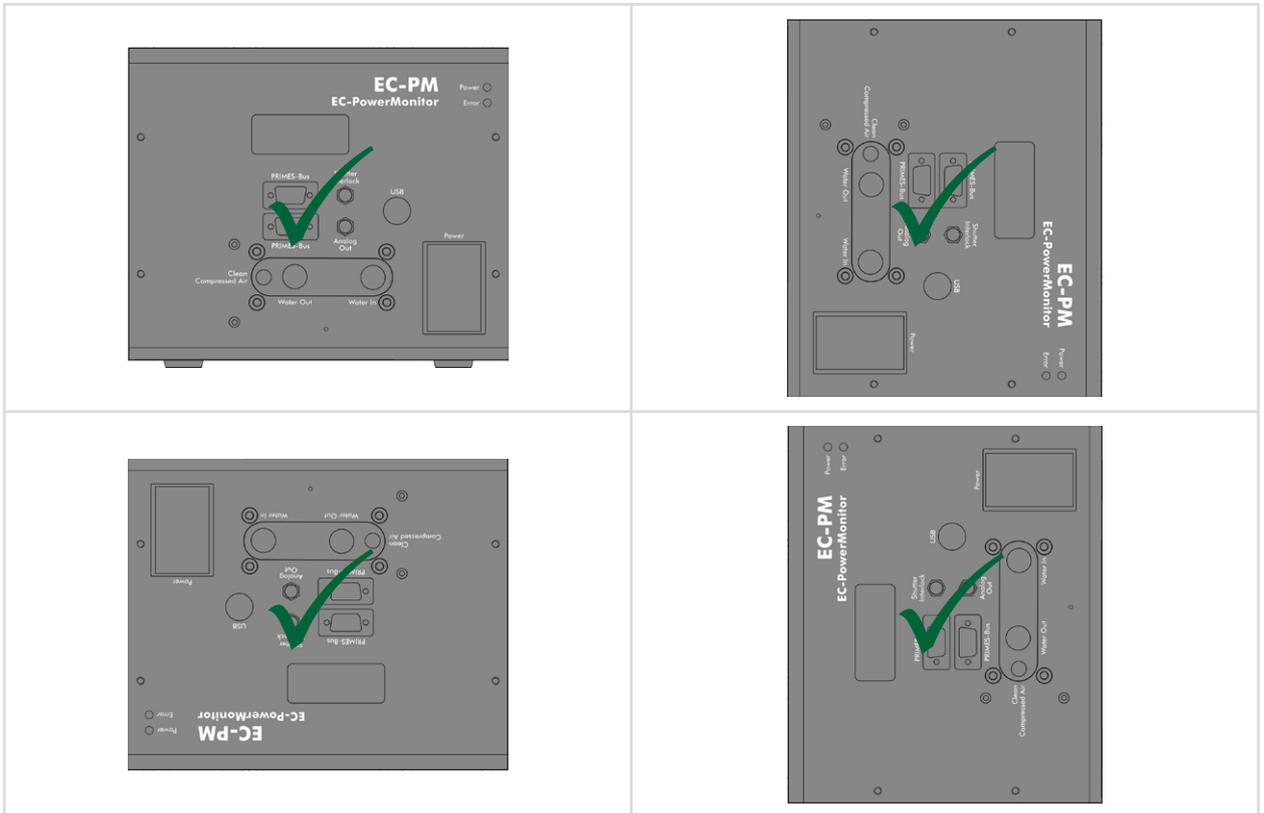


Abb. 6.1: Mögliche Einbaulagen



Für kurze Zeit (einige Stunden pro Jahr) kann der EC-PM in der „falschen“ Einbaulage betrieben werden, ohne dass sofort ein Schaden entsteht. Ein längerer Betrieb kann jedoch zu einer beschleunigten Abnutzung führen.

### 6.2.3 Gerät ausrichten

#### **HINWEIS**

##### **Beschädigung/Zerstörung des Gerätes**

Durch eine zu hohe Leistungsdichte kann der Umlenkspiegel beschädigt werden.

- ▶ Achten Sie darauf, dass die Fokusebene nicht auf dem Umlenkspiegel liegt.
- ▶ Achten Sie darauf, dass die zulässige Leistungsdichte auf dem Umlenkspiegel nicht überschritten wird.

Das Gerät muss zum Laserstrahl ausgerichtet werden. Der Laserstrahl muss die Eintrittsapertur mittig und senkrecht treffen. Hierbei sind die im Kapitel 14 „Technische Daten“ auf Seite 66 angegebenen Spezifikationen einzuhalten.

Zum mittigen Ausrichten des Gerätes unter dem Laser kann das auf dem Shutter aufgedruckte Fadenkreuz genutzt werden. Richten Sie das Gerät mit Hilfe des Pilotstrahls bei geschlossenem Shutter aus.

##### **Einsatz des Gerätes mit divergenter Laserstrahlung**

Im Normalfall wird das Gerät unterhalb der Fokusebene in den Strahlengang zur Leistungsmessung eingebracht.

##### **Einsatz des Gerätes mit konvergenter Laserstrahlung**

Ist dies nicht möglich, kann das Gerät auch oberhalb der Fokusebene positioniert werden.

Wird das Gerät oberhalb der Fokusebene montiert, beachten Sie, dass die Laserstrahlung konvergent ist und die erlaubte Leistungsdichte auf dem Umlenkspiegel nicht überschritten wird.

**Beachten Sie (siehe Kapitel 14 „Technische Daten“ auf Seite 66):**

- die max. Laserleistung in Abhängigkeit vom Strahldurchmesser gemäß Anhang A auf Seite 70
- den max. Strahldurchmesser an der Eintrittsapertur von 24 mm
- die max. Toleranz zum mittigen Strahleinfall  $\pm 3$  mm
- die min. Divergenz Vollwinkel (konvergent) von  $- 50$  mrad /  
die max. Divergenz Vollwinkel (divergent) von  $+ 160$  mrad
- den max. Einfallswinkel senkrecht zur Eintrittsapertur von  $\pm 5^\circ$

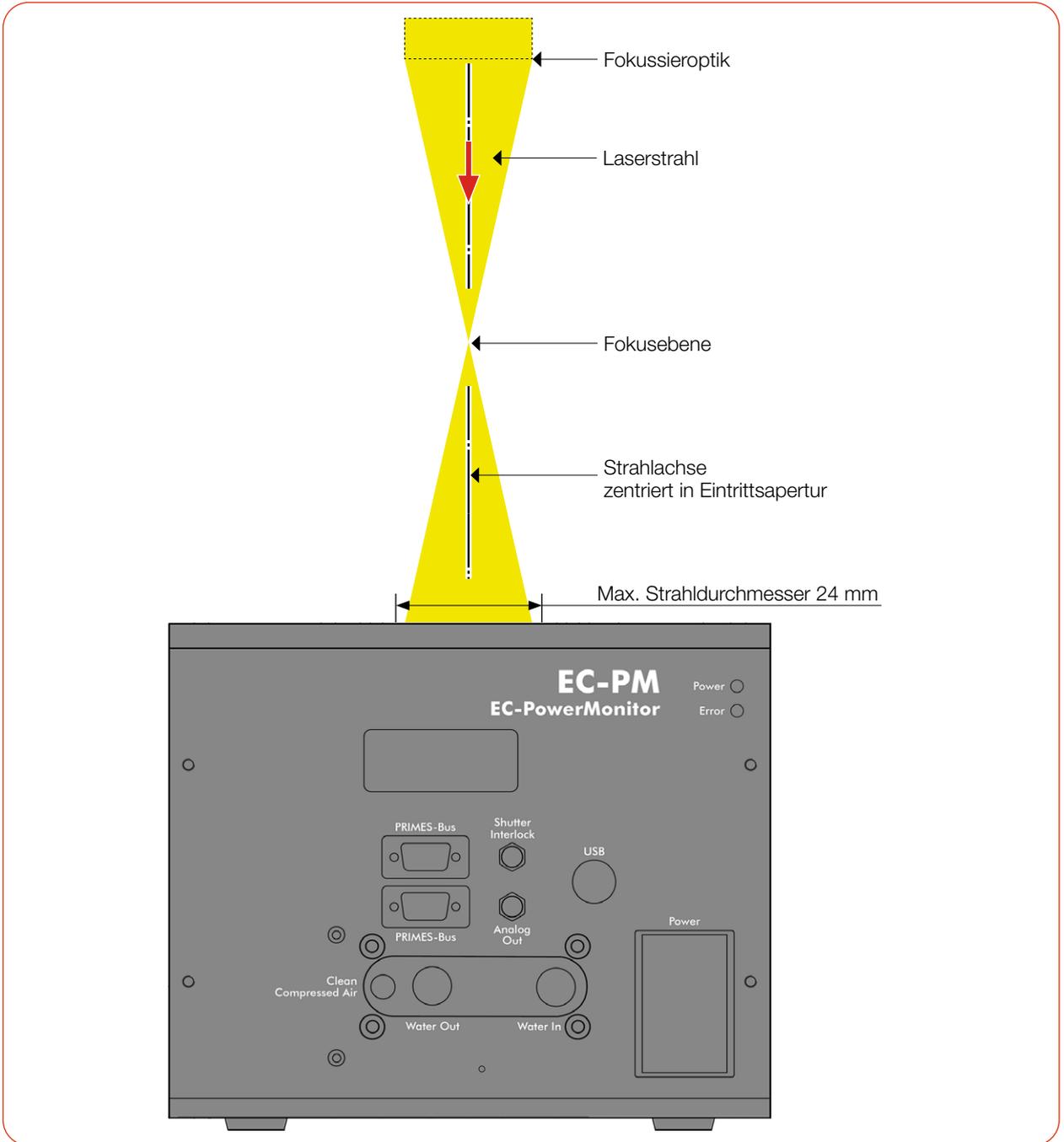


Abb. 6.2: Ausrichtung des EC-PM zum Laserstrahl (schematisch)

## 6.2.4 Gerät montieren



### GEFAHR

#### Warnung vor elektrischer Spannung – Vor Öffnen des Gerätes Netzstecker ziehen!

Unter dem Gehäuseblech befinden sich spannungsführende Teile die bei Berührung zu einem Stromschlag führen.

- ▶ Ziehen Sie den Netzstecker vor dem Öffnen des Gerätes.



### 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).

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



### WARNUNG

#### Verletzungen durch das Herunterfallen des Gerätes

Wird das Gerät nicht sicher befestigt, kann dieses herunterfallen.

- ▶ Die sichere Befestigung des Gerätes und die Auswahl der Schrauben mit entsprechendem Anzugsdrehmoment hat kundenseitig zu erfolgen.

1. Schalten Sie die Spannungsversorgung am Ein-/Ausschalter Power aus und ziehen Sie den Netzstecker.
2. Schrauben Sie die Senkschraube M3 (Torx 10) heraus.
3. Lösen Sie nicht die Schraube der Erdungsleitung .
4. Schieben Sie das Gehäuseblech vorsichtig in den Führungsschienen in Richtung des blauen Pfeils. Achten Sie darauf, dass die montierte Erdungsleitung  am Gehäuseblech nicht abgerissen wird.

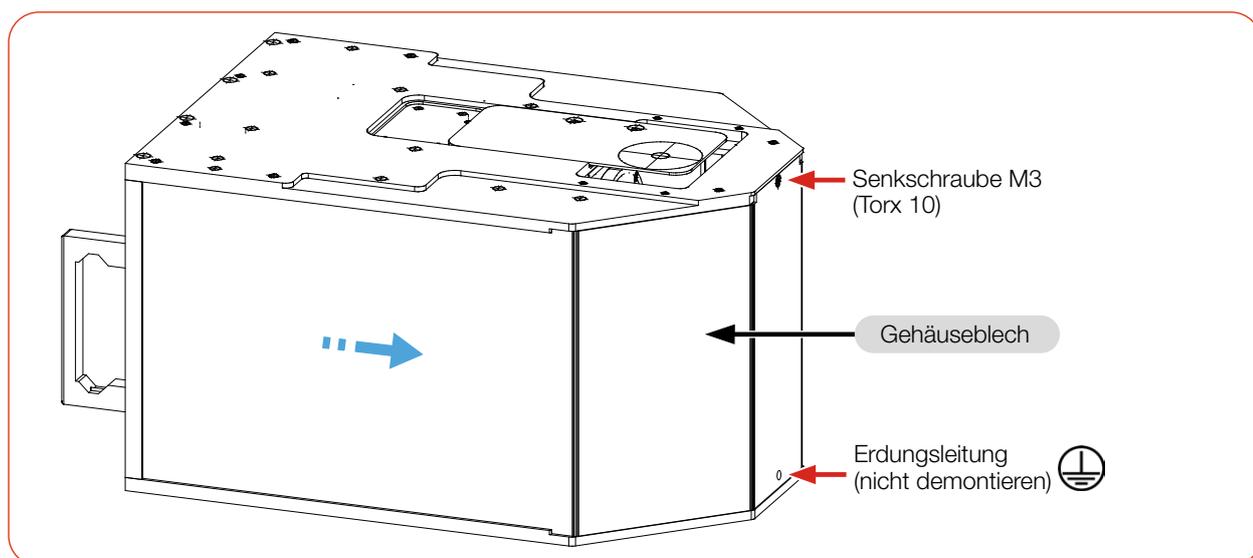


Abb. 6.3: Gehäuseblech demontieren

- In der Bodenplatte befinden sich 2 Durchgangsbohrungen  $\varnothing 6,6$  mm für die Montage des Gerätes auf einer kundenseitigen Halterung. Als Positionierhilfe sind 2 Passbohrungen  $\varnothing 6$  mm H7 vorgesehen. Entfernen Sie bei Bedarf die Gerätefüße. Montieren Sie das Gerät durch die Durchgangsbohrungen.

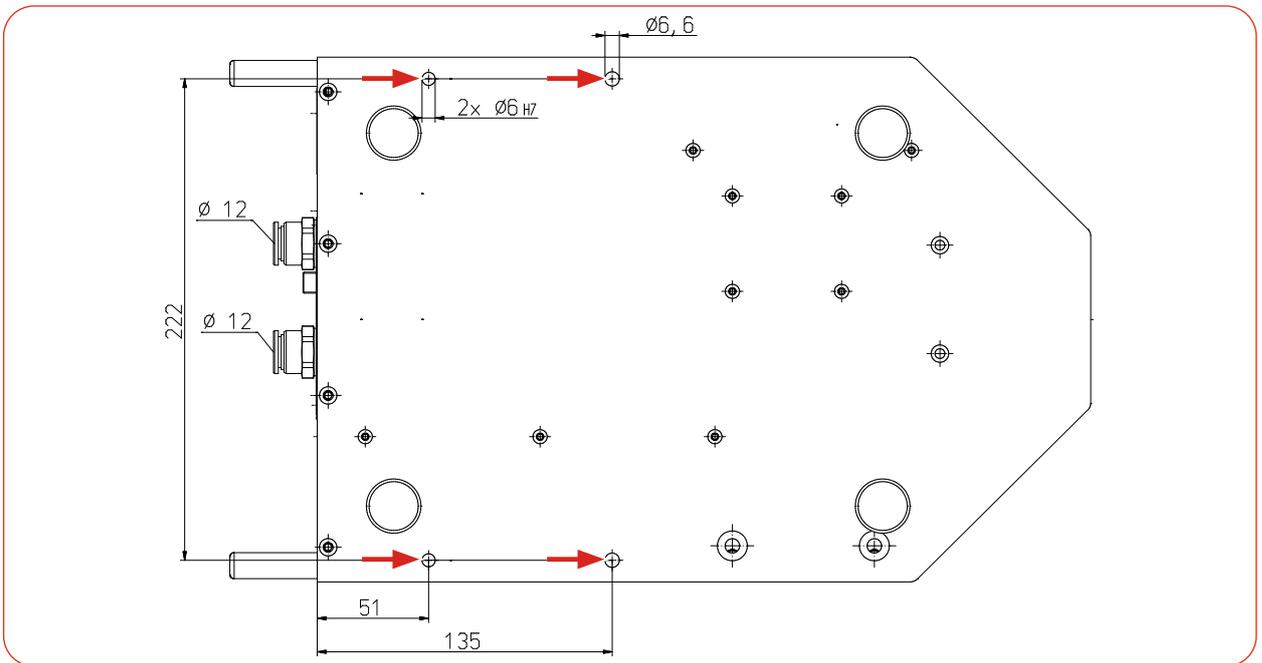


Abb. 6.4: Passbohrungen und Befestigungsbohrung, Ansicht von unten

- Setzen Sie das Gehäuseblech in die Führungsschienen und schieben Sie es bis zum Anschlag zurück in das Gehäuse.
- Schrauben Sie die Senkschraube M3 (Torx 10) ein und ziehen Sie diese handfest an.

### 6.3 Ausbau aus der Laseranlage



#### **VORSICHT**

##### **Augen- und Hautschäden**

Werden die Kühlwasserschläuche bei eingeschalteter Wasserversorgung abgezogen, kann Wasser mit hohem Druck in die Augen spritzen.

- ▶ Schalten Sie die Wasserversorgung aus, bevor Sie die Kühlwasserschläuche abziehen.

#### **HINWEIS**

##### **Beschädigung/Zerstörung des Durchflussmessers**

Der Durchflussmesser wird durch die Verwendung von Druckluft im Kühlkreis beschädigt.

- ▶ Verwenden Sie zum Entleeren des Kühlkreises keine Druckluft.

1. Schalten Sie den Laserstrahl aus.
2. Stellen Sie sicher, dass alle beweglichen Teile, z. B. Roboterarme, etc. im Stillstand sind und dass diese nicht unbeabsichtigt in Bewegung gebracht werden können.
3. Schließen Sie den Shutter.
4. Schalten Sie die Spannungsversorgung am Ein-/Ausschalter Power aus und ziehen Sie den Netzstecker.
5. Schalten Sie die Wasserversorgung aus.
6. Schalten Sie die Druckluftversorgung aus.
7. Drücken Sie mit zwei Fingern einer Hand den Lösering des Druckluftanschlusses nieder und ziehen Sie mit der anderen Hand den Druckluftschlauch heraus.
8. Drücken Sie mit zwei Fingern einer Hand den Lösering des Wasseranschlusses nieder und ziehen Sie mit der anderen Hand den Kühlwasserschlauch heraus.
9. Trennen Sie alle Verbindungen.
10. Schrauben Sie die Befestigungsschrauben heraus.
11. Nehmen Sie das Gerät aus der Laseranlage.
12. Entleeren Sie die Leitungen des Kühlkreislaufs vollständig durch das Kippen des Gerätes.
13. Verschließen Sie die Anschlüsse mit den mitgelieferten Verschlussstopfen.

## 7 Anschlüsse

### 7.1 Übersicht der Anschlüsse

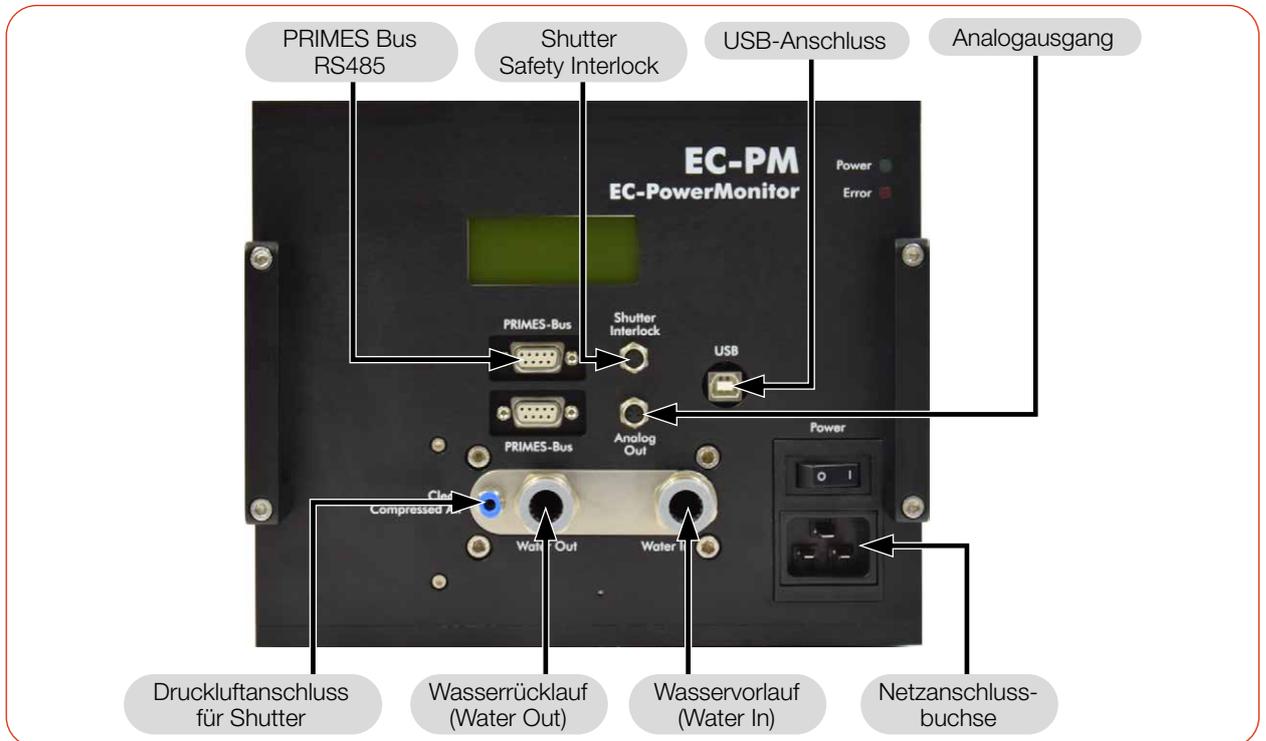


Abb. 7.1: Anschlüsse am EC-PM

## 7.2 Spannungsversorgung (Power)

Die Spannungsversorgung des Gerätes erfolgt über das länderspezifische PRIMES Netzkabel in der Netzanschlussbuchse.

### Das Gerät benötigt eine Spannungsversorgung von:

- 100-240 V, 50/60 Hz, 16 A
- 100-120 V, 50/60 Hz, 18 A

Beim Anschließen des 100-120 V-Gerätetyps an eine Spannungsversorgung von 230 V wird das Gerät beschädigt.

- ▶ Vergewissern Sie sich vor der Inbetriebnahme, dass die vorhandene Netzspannung mit der Nennspannung auf dem Typenschild übereinstimmt.

### Beachten Sie, dass die verwendete Schutzkontakt-Steckdose:

- mit mindestens 16 A (100-240 V) / 18 A (100-120 V) abgesichert ist
- über eine ordnungsgemäße Erdung verfügt

Das Gerät startet nach dem Einschalten am Ein-/Ausschalter Power. Beim ersten Starten benötigt die Initialisierung des Gerätes circa 1 Minute. Bitte entfernen Sie während dieser Zeit keine Kabel.

Soll für die Messung die LDS oder PMS Software genutzt werden, so muss eine Datenverbindung zum PC/Netzwerk eingerichtet werden. Dafür kann einer der folgenden Anschlüsse genutzt werden:

- USB Verbindung zum PC
- PRIMES Konverter mit RS232 Verbindung zum PC oder USB-A Verbindung zum PC

### Anschlussmöglichkeiten:

Spannungsversorgung	Datenübertragung	Kapitel
PRIMES Netzkabel	Als Stand-alone-Gerät (Display am Gerät)	7.2.1 auf Seite 27
	USB-Verbindung zum PC	7.2.2 auf Seite 28
	PRIMES Konverter mit RS232-Verbindung zum PC oder D-Sub-Kabel mit USB-Seriell-Konverter zum PC	7.2.3 auf Seite 29

Tab. 7.1: Anschlussmöglichkeiten

### 7.2.1 Spannungsversorgung über das PRIMES Netzkabel bei der Verwendung als Stand-alone-Gerät

Verwenden Sie ausschließlich das PRIMES Netzkabel.

- Die Spannungsversorgung erfolgt über das PRIMES Netzkabel in der Netzanschlussbuchse.
- Die Messwerte werden im Display des Gerätes angezeigt.

#### Erforderliche Komponenten (im Lieferumfang)

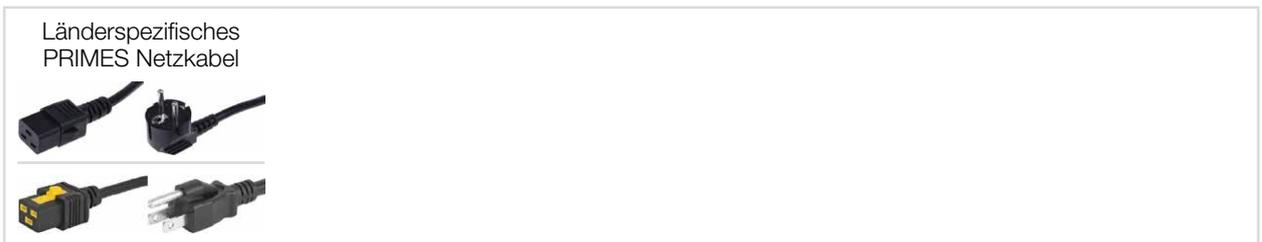


Abb. 7.2: Erforderliche Komponente

#### EC-PM anschließen

- Schließen Sie das PRIMES Netzkabel gemäß der Abb. 7.3 auf Seite 27 an.



Abb. 7.3: Spannungsversorgung über das PRIMES Netzkabel, Anzeige der Messwerte am Gerät

## 7.2.2 Spannungsversorgung über das PRIMES Netzkabel und Kommunikation mit dem PC über USB

Verwenden Sie ausschließlich das PRIMES Netzkabel und das mitgelieferte USB-Kabel.

- Die Spannungsversorgung erfolgt über das PRIMES Netzkabel in der Netzanschlussbuchse.
- Die Datenübertragung erfolgt über das USB-Kabel.

### Erforderliche Komponenten (im Lieferumfang)



Abb. 7.4: Erforderliche Komponenten

### EC-PM an einen PC anschließen

Beachten Sie bei Verwendung des USB-Anschlusses:

- Bei einem PC mit Internetverbindung wird der USB-Treiber automatisch installiert.
  - Bei einem PC ohne Internetverbindung muss vor dem Anschließen des Gerätes der USB-Treiber manuell installiert werden (siehe Kapitel 7.4.2 auf Seite 32).
- Schließen Sie die Kabel gemäß der Abb. 7.5 auf Seite 28 an.



Abb. 7.5: Spannungsversorgung über das PRIMES Netzkabel, Datenübertragung über USB

### 7.2.3 Spannungsversorgung über das PRIMES Netzkabel und Kommunikation mit dem PC über den PRIMES Konverter

Verwenden Sie ausschließlich das PRIMES Netzkabel und die mitgelieferten Anschlussleitungen.

- Die Spannungsversorgung erfolgt über das PRIMES Netzkabel in der Netzanschlussbuchse.
- Die Datenübertragung erfolgt über den PRIMES-Konverter mit RS232-Verbindung zum PC oder D-Sub-Kabel mit USB-Seriell-Konverter zum PC.

#### Erforderliche Komponenten (im Lieferumfang)



Abb. 7.6: Erforderliche Komponenten

#### EC-PM an einen PC anschließen

##### **HINWEIS**

##### **Beschädigung/Zerstörung des Gerätes**

Ein Verbinden oder Trennen der Buskabel bei angelegter Spannungsversorgung führt zu Spannungsspitzen, welche die Kommunikationsbausteine des Gerätes zerstören können.

- ▶ Stellen Sie sämtliche Verbindungen nur bei ausgeschalteter Spannungsversorgung her.

##### **HINWEIS**

##### **Beschädigung/Zerstörung des PC**

Im RS485-basierten PRIMES Bus des EC-PM liegt eine Spannung von 24 V an. Bei einem direkten Anschluss des PC an den PRIMES Bus des EC-PM kann der PC beschädigt werden.

- ▶ Verbinden Sie den PC nur über den PRIMES RS485/RS232-Konverter (to PC) mit dem EC-PM (siehe Abb. 7.7 auf Seite 30).

Beachten Sie bei der Verwendung des USB-Seriell-Konverters:

- Der USB-Treiber des Konverters muss vor dem Anschließen des Gerätes installiert werden (dieser befindet sich auf der CD, die der Verpackung beiliegt).

Fortsetzung auf der nächsten Seite.

► Schließen Sie die Kabel gemäß der Abb. 7.7 auf Seite 30 an.

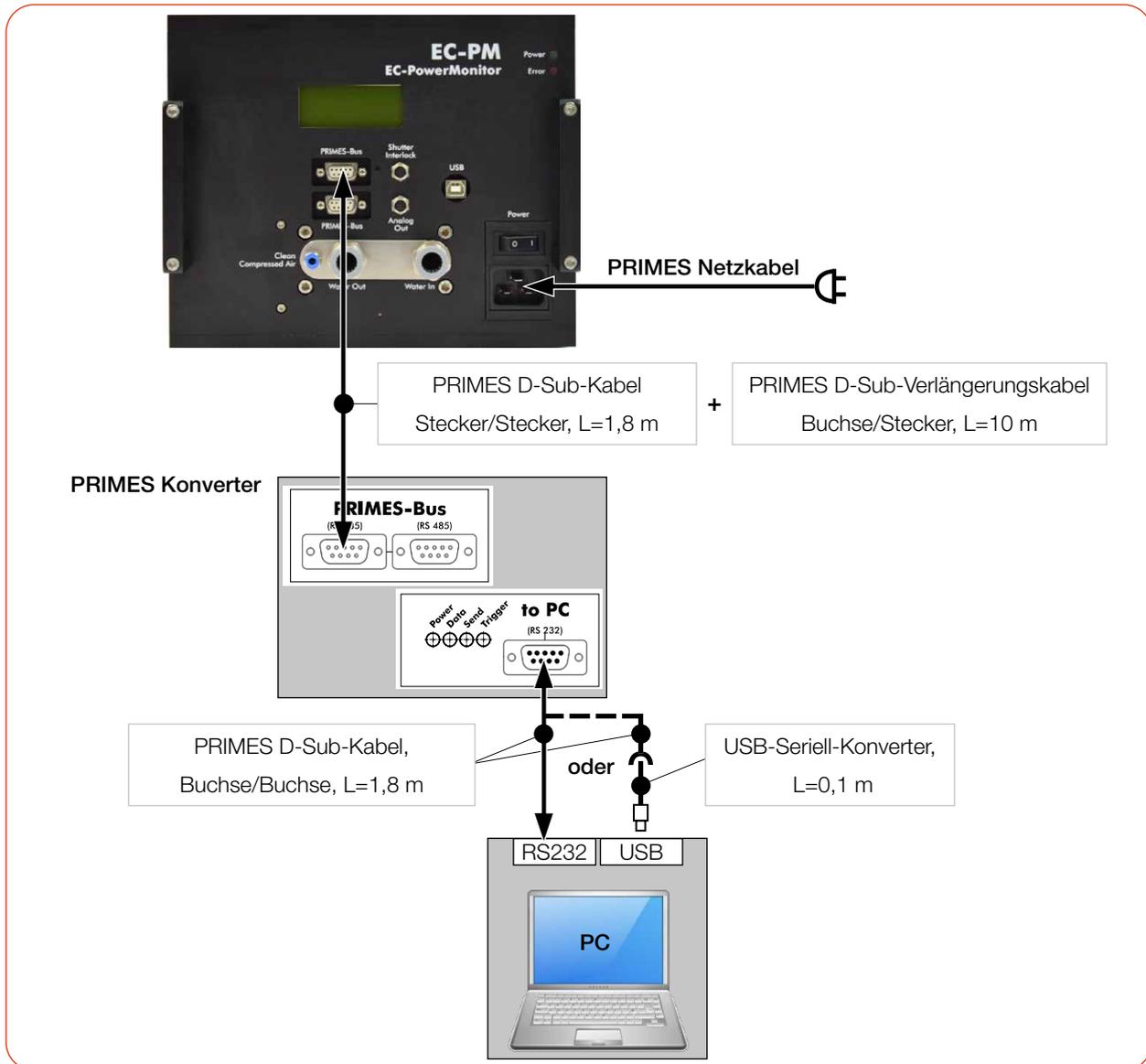


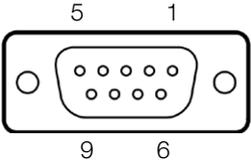
Abb. 7.7: Spannungsversorgung über das PRIMES Netzkabel, Datenübertragung über D-Sub Kabel oder USB-Seriell-Konverter

### 7.3 PRIMES Bus RS485

Der PRIMES Bus ist eine RS485-Schnittstelle mit 9-poliger D-Sub-Buchse. Über den PRIMES Bus kann ein PC zur Kommunikation angeschlossen werden.

Verwenden Sie hierzu den PRIMES RS485/RS232-Konverter (siehe Kapitel 7.2.3 auf Seite 29).

#### Pinbelegung

Pinbelegung (Ansicht auf Buchse am Gerät)	
	<b>Pin</b>
	<b>Funktion</b>
	1
	Masse
	2
	RS485 (+)
	3
	+24 V
	4
Nicht belegt	
5	
Nicht belegt	
6	
Masse	
7	
RS485 (-)	
8	
+24 V	
9	
Nicht belegt	

Tab. 7.2: Pinbelegung PRIMES Bus

### 7.4 USB

#### 7.4.1 Spezifikation

USB-Anschluss: Anschlusstyp USB-B; Version USB 2.0.



Beachten Sie, dass eine USB-Schnittstelle ohne zusätzliche Entstörmaßnahmen nicht EMV-gerecht ist. Deshalb kann es in Industrieumgebungen mit starken Störquellen zu Verbindungsabbrüchen und Störungen der Datenübertragung kommen.

Beachten Sie bei Verwendung des USB-Anschlusses:

- Bei einem PC mit Internetverbindung wird der USB-Treiber automatisch installiert.
- Bei einem PC ohne Internetverbindung muss vor dem Anschließen des Gerätes der USB-Treiber manuell installiert werden (siehe Kapitel 7.4.2 auf Seite 32).

**7.4.2 USB-Treiber manuell installieren**

Den PRIMES USB-Treiber für alle USB-fähigen Geräte finden Sie auf dem beiliegenden PRIMES USB-Stick oder auf der PRIMES Webseite unter: <https://www.primes.de/de/support/downloads/software.html>

Der USB-Treiber kann über den mitgelieferten USB-Stick für 32 Bit- und 64 Bit-Windows®-Betriebssysteme installiert werden:

- Treiber-Installationssoftware **dpinst\_x64.exe** für Windows® 7/8/10 (64 Bit)
- Treiber-Installationssoftware **dpinst\_x86.exe** für Windows® 7 (32 Bit)

Für die USB-Treiber-Installation sind Administrator-Rechte erforderlich.

1. Verbinden Sie den mitgelieferten PRIMES USB-Stick mit Ihrem PC.
2. Öffnen Sie das Verzeichnis **USBdriver**.
3. Doppelklicken Sie auf die gewünschte USB-Treibersoftware (32- oder 64-Bit), um die Installation zu starten.
4. Folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.

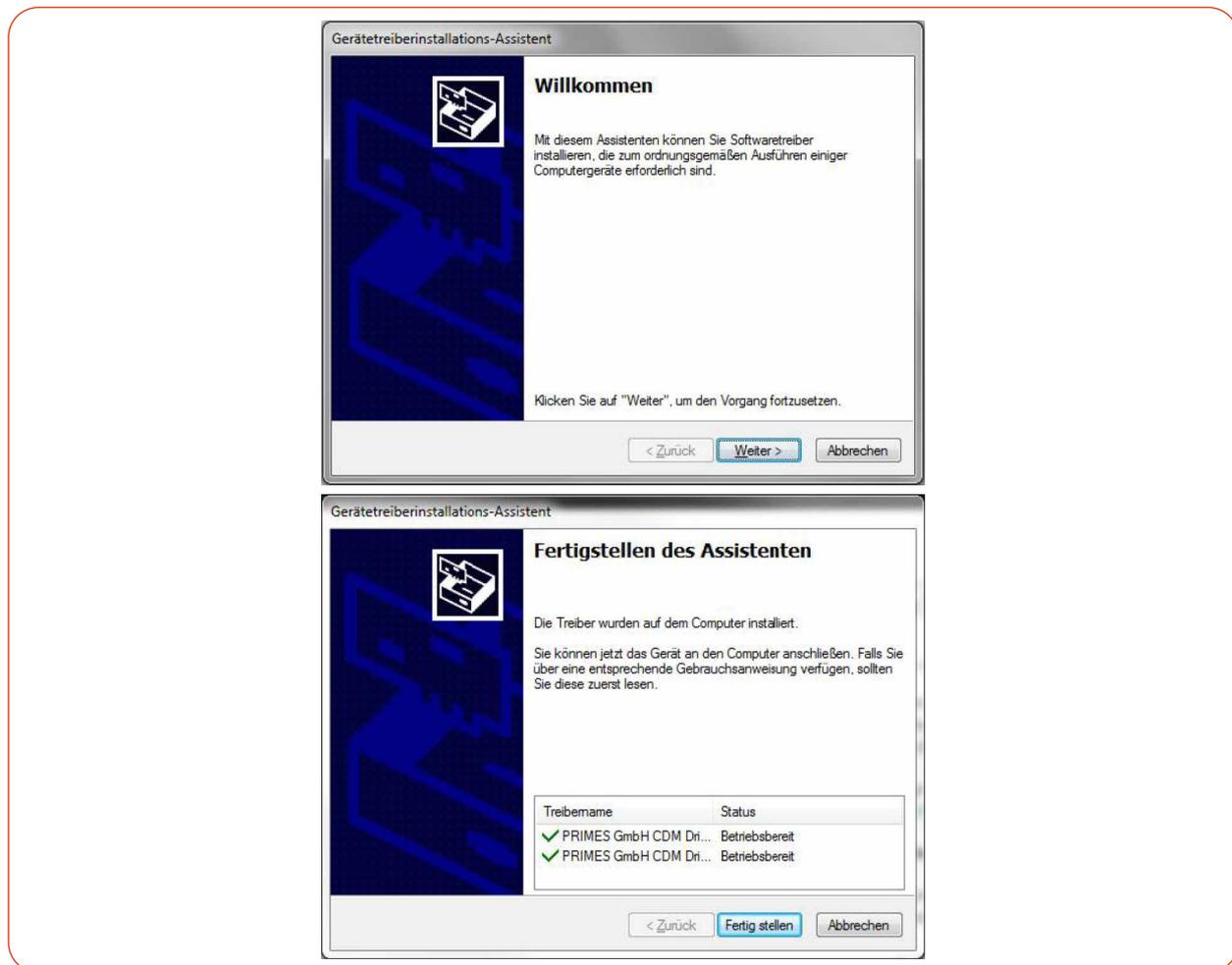


Abb. 7.8: Windows®-Menü für die USB-Treiberinstallation

5. Klicken Sie auf **Fertig stellen**, um die Installation abzuschließen.

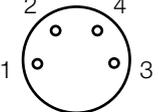
## 7.5 Analogausgang (Analog Out)

Der EC-PM hat einen analogen Spannungsausgang (Analog Out), der einen zur gemessenen Laserleistung proportionalen Spannungswert ausgibt. Das analoge Signal wird auf eine vierpolige Gerätebuchse M8 übertragen.

Zusätzlich kann der EC-PM über Pin 1 und 2 mit Strom versorgt werden.

Für die Nutzung der integrierte Selbsttestfunktion muss das PRIMES-Netzkabel angeschlossen sein.

### Pinbelegung

Pinbelegung (Pin: Ansicht auf Buchse am Gerät; Farbe: Aderfarben des Kabels)			
	Pin	Aderfarbe	Funktion
	1	Braun	24 V (Eingang Spannungsversorgung)
	2	Weiß	Masse für die Spannungsversorgung
	3	Blau	Masse für das Analogsignal
	4	Schwarz	Analogsignal 0 – 10 V (Ausgang)

Tab. 7.3: Pinbelegung Analogausgang

### Erforderliche Komponente

Ein passendes Kabel ist im Lieferumfang enthalten.

### Ausgangsspannung und Laserleistung

Die maximale Ausgangsspannung beträgt 10 V. Die Ausgangsspannung von 10 V wird auf den maximalen Ausgabewert des angeschlossenen Gerätes skaliert (siehe Tab. 7.4 auf Seite 33).

Der Lastwiderstand am Analogausgang sollte nicht kleiner als 100 kOhm sein.

Gerätetyp	EC-PM
Eine Ausgangsspannung von 1 V entspricht ca.	1 000 W

Tab. 7.4: Ausgangsspannung im Verhältnis zur Laserleistung

7.6 Safety Interlock (Shutter Interlock)



**GEFAHR**

**Brandgefahr; Beschädigung/Zerstörung des Gerätes**

Der Safety Interlock überwacht die Betriebsbedingungen des Gerätes. Der Safety Interlock bietet potentialfreie Schaltkontakte, um das Gerät in einen bestehenden Sicherheitskreis einzubinden.

- ▶ Schließen Sie den Safety Interlock der Lasersteuerung so an, dass bei fehlerhaften Betriebsbedingungen der Laser ausgeschaltet wird.
- ▶ Prüfen Sie die ordnungsgemäße Abschaltung des Lasers im Fehlerfall durch den Safety Interlock.

**Überwachte Betriebsbedingungen**

Der Safety Interlock schützt das Gerät durch das Abschalten des Laserstrahls in den folgenden Fällen:

- der Kühlwasserdurchfluss ist zu gering (Flow < 4 l/min)
- die Kühlwassertemperatur am Wasservorlauf (Water In) ist zu hoch (Te > 70 °C)
- die Temperaturdifferenz zwischen Wasservorlauf (Water In) und Wasserrücklauf (Water Out) ist zu groß (Td > 50 K)
- der Shutter ist nicht (vollständig) geöffnet

**Pinbelegung**

**Pinbelegung** (Pin: Ansicht auf Buchse am Gerät; Farbe: Aderfarben des Kabels)

	Pin	Farbe	Funktion
	1	Braun	Gemeinsamer Pin
	3	Blau	Gegen Pin 1 geschlossen, wenn betriebsbereit
	4	Schwarz	Gegen Pin 1 geschlossen wenn im Safety Interlock-Modus

Passender Stecker: Binder 79-340-55-03

Tab. 7.5: Pinbelegung des Safety Interlock-Anschlusses

Bei einem ausgelösten Safety Interlock sind Pin 1 und Pin 4 verbunden.

Entsprechen die Werte den Betriebsbedingungen, so sind Pin 1 und Pin 3 verbunden.

**Safety Interlock-Spezifikationen**

- Schaltspannung: 125 V AC/60 V (DC)
- Schaltleistung: 62,5 VA/30 W
- Max. Schaltstrom: 1 A

**Erforderliche Komponente**

Ein passendes Anschlusskabel mit einem Gerätestecker und freien Enden ist im Lieferumfang enthalten.

## 7.7 Kühlkreis (Water In/Water Out)



### GEFAHR

#### Brandgefahr durch Überhitzung des Gerätes

Bei fehlender Wasserkühlung oder unzureichendem Wasserdurchfluss erhitzt sich das Gerät und kann in Brand geraten.

- ▶ Betreiben Sie das Gerät nur mit installierter Wasserkühlung und ausreichendem Durchfluss.



### VORSICHT

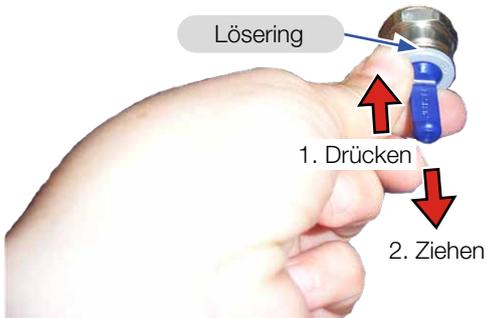
#### Augen- und Hautschäden

Werden die Kühlwasserschläuche bei eingeschalteter Wasserversorgung abgezogen, kann Wasser mit hohem Druck in die Augen spritzen.

- ▶ Schalten Sie die Wasserversorgung aus, bevor Sie die Kühlwasserschläuche abziehen.

### 7.7.1 Kühlwasserschläuche anschließen/entfernen

Die Wasseranschlüsse sind mit Verschlussstopfen verschlossen, damit kein Restwasser austreten kann.



1. Drücken Sie mit zwei Fingern einer Hand den äußeren Lösering des Wasseranschlusses nieder und ziehen Sie mit der anderen Hand den Verschlussstopfen heraus.
2. Bewahren Sie die Verschlussstopfen zum späteren Verschließen der Wasseranschlüsse auf

**Kühlwasserschläuche anschließen**

1. Schließen Sie den Wasservorlauf (Water in) und den Wasser-rücklauf (Water out) an, indem Sie die Kühlwasserschläuche bis zum Anschlag (ca. 2 cm tief) in die Wasseranschlüsse hineinschieben.
2. Prüfen Sie, ob die Wasseranschlüsse dicht sind.

**Kühlwasserschläuche entfernen**

- ▶ Drücken Sie mit zwei Fingern einer Hand den äußeren Lösering des Wasseranschlusses nieder und ziehen Sie mit der anderen Hand den Kühlwasserschlauch heraus.

Abb. 7.9: Kühlwasserschläuche anschließen/entfernen

### 7.7.2 Schäden am Gerät

### HINWEIS

#### Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Werden die nachfolgenden Anforderungen an den Kühlkreis nicht beachtet kann es zu einer Beschädigung des Messgerätes kommen.

- ▶ Beachten Sie die nachfolgenden Anforderungen.

#### Wasserqualität

Das Gerät kann sowohl mit Leitungswasser als auch mit demineralisiertem Wasser betrieben werden.

Ein Betrieb mit stark entionisiertem Wasser (DI-Wasser, Leitfähigkeit < 30 µS/cm) ist nur mit entsprechenden Anschlussstücken (Edelstahl) möglich – bei Bedarf beraten wir Sie gerne.

**Keine Schmutzpartikel/faserigen Dichtmittel**

Achten Sie darauf, dass beim Abdichten des Außengewindes mit faserigen Dichtmitteln (z. B. Hanf oder Teflonband) keine Reste des Dichtmittels in die Strömung gelangen.

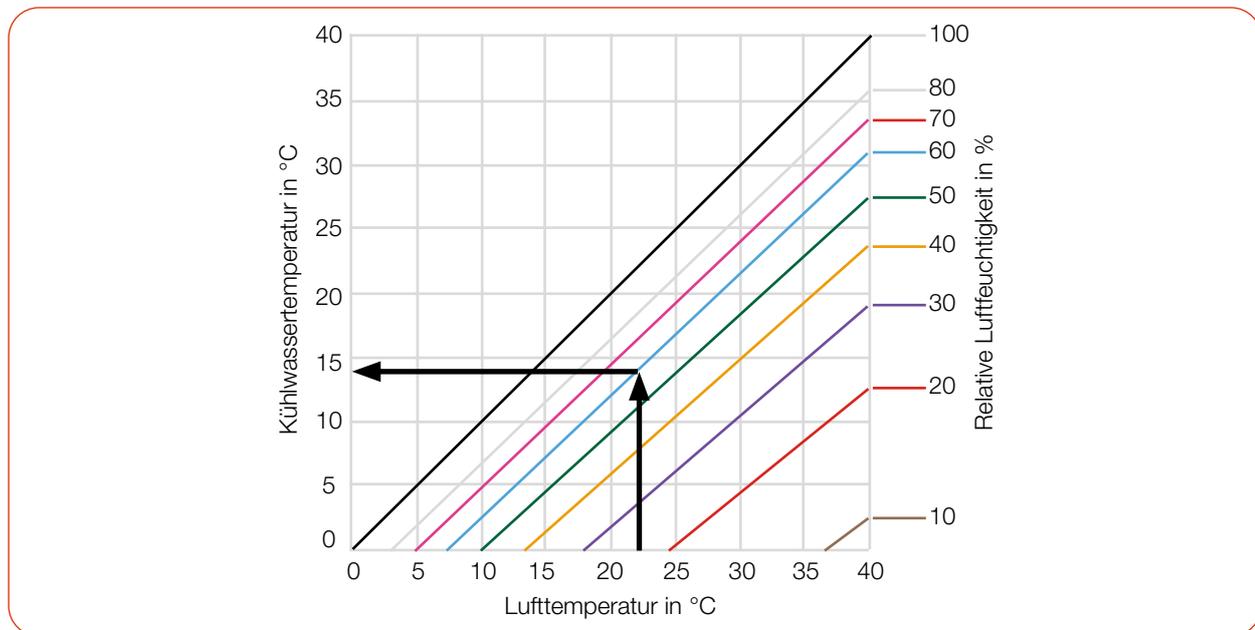
Große Schmutzpartikel oder faserige Dichtmittel können die internen Kühlkanäle verstopfen. Spülen Sie deshalb Ihr Leitungssystem gründlich vor dem Anschluss.

**Keine Aluminiumkomponenten**

Betreiben Sie das Gerät nicht an einem Kühlkreislauf, in dem Komponenten aus Aluminium verbaut sind. Insbesondere beim Betrieb mit hohen Leistungen kann es sonst zu einer Korrosion im Kühlkreislauf kommen. Langfristig wird dadurch die Leistungsfähigkeit des Kühlkreislaufs reduziert.

**Keine Kondensate im Gerät**

Das Gerät darf nicht in kondensierender Atmosphäre betrieben werden. Die Luftfeuchte ist zu berücksichtigen um Kondensate innerhalb und außerhalb des Gerätes zu vermeiden.



Tab. 7.6: Taupunkt-Diagramm: Die Temperatur des Kühlwassers darf nicht unterhalb des Taupunktes liegen

**Beispiel:**

Lufttemperatur: 22 °C

Relative Luftfeuchte: 60 %

Die Kühlwassertemperatur darf 14 °C nicht unterschreiten.

**7.7.3 Messungenaugigkeiten vermeiden**

**Frostschutz und Additive**

Die Wärmekapazität ist einer der wichtigsten Parameter, der zur Berechnung der Laserleistung herangezogen wird. Betreiben Sie das Gerät deshalb nicht an einem Kühlkreislauf, der Frostschutzmittel enthält (oder nur nach Rücksprache mit PRIMES).

Andere Additive - wie zum Beispiel Biozide und Korrosionsinhibitoren - können dem Kühlwasser bis zu einer maximalen Konzentration von 1 % zugesetzt werden.

### Temperaturschwankungen des Kühlwassers

Es ist wichtig, dass die Temperatur des einströmenden Kühlwassers stabil ist. Die Temperaturschwankungen sollten 1 K pro Minute oder 0,08 K pro 5 Sekunden nicht überschreiten.

Achten Sie auf die Temperaturanzeige für das einströmende Wasser.

Alternativ kann die Leistungsanzeige für ca. 1 Minute ohne eingeschaltetem Laser beobachtet werden. Die Schwankungen geben einen ersten Hinweis auf den Einfluss der Temperaturschwankungen durch den Kühler.

### Gasblasen im Kühlwasser

Gasblasen im Kühlwasser können zu Messungenauigkeiten führen.

#### 7.7.4 Schäden am Durchflussmesser

### HINWEIS

#### Beschädigung/Zerstörung des Durchflussmessers

Das Gerät nutzt einen Ovalradzähler zur Durchflussmessung. Diese kann durch unsachgemäße Behandlung beschädigt werden.

- ▶ Beachten Sie die nachfolgenden Anforderungen.

#### Einbaulage beachten

Die Ovalradachsen des Ovalradzählers müssen waagrecht liegen. Beachten Sie deshalb die in Kapitel 6.2.2 „Mögliche Einbaulagen“ auf Seite 19 vorgegebene Einbaulage des Gerätes.

#### Durchflussrichtung beachten

Eine Umkehrung der Durchflussrichtung führt bei längerem Betrieb zu einer Beschädigung/Zerstörung des Durchflussmessers. Bei einer vertauschten Durchflussrichtung hat die angezeigte Laserleistung im Display, der LDS oder PMS ein negatives Vorzeichen.

#### Nicht mit Druckluft ausblasen

Der Durchflussmesser wird durch die Verwendung von Druckluft im Kühlkreis beschädigt. Verwenden Sie zum Entleeren des Kühlkreises keine Druckluft.

#### Einfrieren verhindern

Das Einfrieren des Kühlwassers ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern.

#### Kühldauer begrenzen

Kühlen Sie das Gerät nur während der Messungen. PRIMES empfiehlt, die Kühlung ca. 2 Minuten vor der Messung zu starten und ca. 1 Minute nach der Messung zu beenden. Die Betriebsdauer hat Einfluss auf die Lebensdauer der eingebauten Turbine.

#### Keine Metallspäne/Rostpartikel

Im Kühlwasser dürfen sich keine Metallspäne/Rostpartikel befinden. Der im Gerät verbauter Durchflussmesser ist magnetisch und zieht die Metallspäne an. Dies kann zu einer Verschmutzung und damit zu Messungenauigkeiten bis hin zur Zerstörung des Durchflussmessers führen.

### 7.7.5 Parameter des Kühlwasseranschlusses

Versorgungsdaten	EC-PM
Schlauchdurchmesser	12 mm
Durchflusswarnung (Warnschwelle)	4 l/min
Min. Kühlwasserdurchfluss (Interlockschwelle)	4 l/min
Max. Kühlwasserdurchfluss	12 l/min
Empfohlener Kühlwasserdurchfluss	8 – 11 l/min
Min. Kühlwasserdruck	2 bar
Max. Kühlwasserdruck	6 bar
Kühlwassertemperatur $T_e$	Taupunkttemperatur < $T_e$ < 30 °C
Stabilität der Kühlwassertemperatur	< 1,0 K pro Minute oder 0,08 K pro 5 Sekunden

Tab. 7.7: Parameter des Kühlwasseranschlusses

#### Empfohlene Durchflussmenge (Faustregel)



Die folgende Faustregel kann zur Ermittlung des Kühlwasserdurchflusses verwendet werden:

**Pro 1 kW Laserleistung wird eine Durchflussmenge von ca. 1 l/min Kühlwasser empfohlen.**

#### Beispiel:

Bei 7 kW Laserleistung entspricht dies einer Durchflussmenge von 7 l/min.

Beachten Sie, dass der Kühlwasserdurchfluss nicht unter der Warnschwelle gemäß Tab. 7.7 liegen darf!

#### Temperaturerhöhung des Kühlwassers

Die Temperaturerhöhung des Kühlwassers in Abhängigkeit von der Laserleistung und der Durchflussmenge errechnet sich wie folgt:

Temperaturerhöhung:  $\Delta T$  [K]

Verwendete Laserleistung:  $P$  [kW]

Durchfluss:  $Q$  [l/min]

$$\Delta T (K) = 14,3 \frac{l \cdot K}{kJ} \cdot \frac{P (kW)}{Q \left( \frac{l}{min} \right)}$$

Formel 7.1: Berechnung der Temperaturerhöhung des Kühlwassers in Abhängigkeit von der Laserleistung und dem Durchfluss

#### Beispiel:

Bei 7 kW Laserleistung und einer Durchflussmenge von 9,5 l/min erhöht sich die Temperatur des Kühlwassers um 10,5 °C.

### 7.7.6 Druckverlust

Normalerweise ist ein Primärdruck von 2 bar am Wasservorlauf (Water In) des Gerätes (bei drucklosem Ablauf) ausreichend, um die notwendige Durchflussmenge sicherzustellen.

Mit dem folgenden Diagramm können Sie den erforderlichen Minimaldruck am Wasservorlauf (Water In) des Gerätes bestimmen.

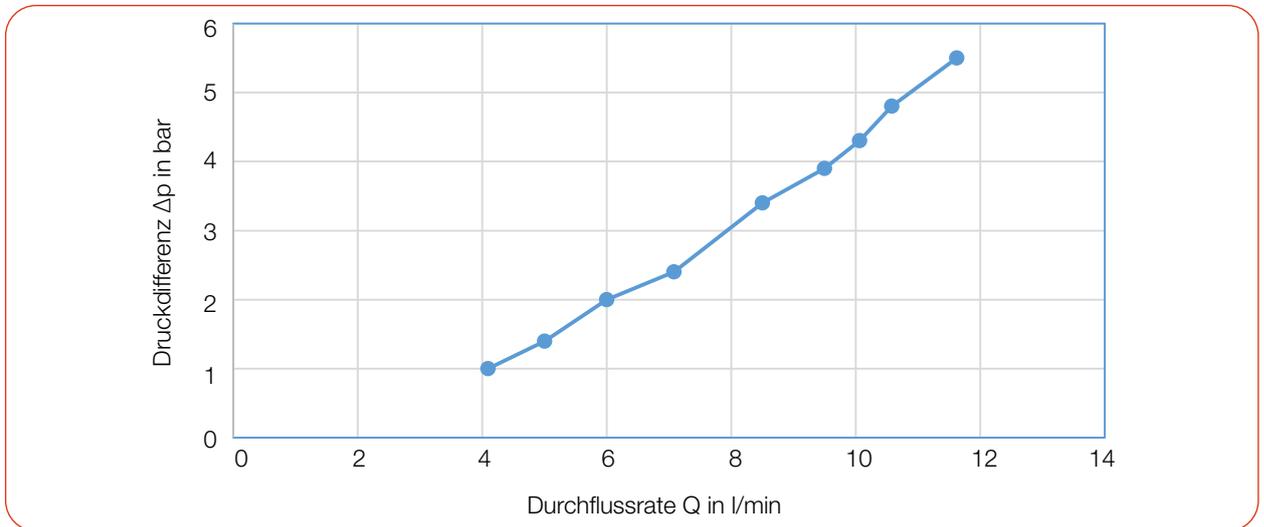


Abb. 7.10: Druckverlust-Diagramm EC-PM mit Ovalradzähler

### 7.8 Druckluftanschluss (Compressed air)

Der Druckluftanschluss ist für den automatischen Betrieb des Shutters vorgesehen.

Verwenden Sie für den Druckluftanschluss nur gereinigte, öl- und wasserfreie Druckluft.

Versorgungsdaten	EC-PM
Schlauchdurchmesser	4 mm
Min. Luftdruck	2 bar
Max. Luftdruck	4 bar
Reinheitsklasse	ISO 8573-1:2010 [7:4:4]

Tab. 7.8: Parameter des Druckluftanschlusses

#### Druckluftschlauch anschließen

► Drücken Sie den Druckluftschlauch bis zum Anschlag in den Steckanschluss.

#### Druckluftschlauch lösen

1. Schalten Sie die Druckluft aus.
2. Drücken Sie mit zwei Fingern einer Hand den blauen Lösering des Druckluftanschlusses nieder und ziehen Sie mit der anderen Hand den Druckluftschlauch heraus.



Abb. 7.11: Druckluftanschluss

## 8 Software-Installation

Für den Betrieb des EC-PM mit einem PC kann die folgende Software verwendet werden:

- LaserDiagnosticsSoftware LDS
- PowerMonitorSoftware PMS

## 8.1 LaserDiagnosticsSoftware LDS installieren



Die LDS ist im Lieferumfang enthalten. Gerne stellt PRIMES Ihnen auch einen aktuellen Download-link zur Verfügung. Kontaktieren Sie dazu Ihren Vertriebspartner oder wenden Sie sich per E-Mail an: [support@primes.de](mailto:support@primes.de)

1. Stellen Sie sicher:
    - Die Systemvoraussetzungen sind erfüllt
    - Sie haben Administratorrechte
  2. Schließen Sie alle Programme auf Ihrem PC.
  3. Stecken Sie den PRIMES USB-Stick in den PC und öffnen Sie das Verzeichnis. In der Standardkonfiguration öffnet Windows automatisch den Wechseldatenträger.
  4. Doppelklicken Sie auf die LDS\_Setup exe-Datei um die Installation zu starten.
  5. Folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.
- ➔ Wurde kein anderer Speicherort angegeben, dann wird das Hauptprogramm **LDS.exe** ins Verzeichnis **C:\Programme\Primes\LaserDiagnosticsSoftware** kopiert.

### Systemvoraussetzungen:

- Intel Pentium Core i3 oder besser
- Windows 10 (64-Bit-Version)
- Mindestens 4 GB RAM, empfohlen 8 GB RAM
- Bildschirmauflösung: Full HD (1 920 x 1 080) bei 100 % Skalierung
- Eine USB-Schnittstelle Typ A oder RS232-Schnittstelle für den Anschluss des Messgerätes

## 8.2 PowerMonitorSoftware PMS installieren



Die PMS in der Version 2.57 ist im Lieferumfang enthalten.

1. Stellen Sie sicher:
    - Die Systemvoraussetzungen sind erfüllt
    - Sie haben Administratorrechte
  2. Schließen Sie alle Programme auf Ihrem PC.
  3. Stecken Sie den PRIMES USB-Stick in den PC und öffnen Sie das Verzeichnis. In der Standardkonfiguration öffnet Windows automatisch den Wechseldatenträger.
  4. Doppelklicken Sie auf die PMS\_Setup exe-Datei um die Installation zu starten.
  5. Folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.
- ➔ Wurde kein anderer Speicherort angegeben, dann wird das Hauptprogramm **PMS.exe** ins Verzeichnis **C:\Programme\Primes\PowerMonitorSoftware** kopiert.

### Systemvoraussetzungen:

- Intel Pentium oder besser
- Windows 10 (32-Bit-Version)
- Mindestens 2 GB RAM, empfohlen 4 GB RAM
- Bildschirmauflösung: XGA (1 024 x 768) bei 100 % Skalierung
- Eine USB-Schnittstelle Typ A oder RS232-Schnittstelle für den Anschluss des Messgerätes

## 9 Messen

### 9.1 Warnhinweise



#### GEFAHR

##### Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Laserstrahlung

Während der Messung wird der Laserstrahl auf das Gerät geleitet. Dabei entsteht gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4).

Das Gerät darf nur unter Beachtung der folgenden Schutzmaßnahmen betrieben werden:

- ▶ Öffnen Sie vor dem Einschalten des Lasers den Shutter des Gerätes.
- ▶ Tragen Sie **Laserschutzbrillen**, 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).



#### 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).

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



#### GEFAHR

##### Brandgefahr; Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Der Safety Interlock überwacht die Betriebsbedingungen des Gerätes. Der Safety Interlock bietet potentialfreie Schaltkontakte, um das Gerät in einen bestehenden Sicherheitskreis einzubinden.

- ▶ Schließen Sie den Safety Interlock der Lasersteuerung so an, dass bei fehlerhaften Betriebsbedingungen der Laser ausgeschaltet wird.
- ▶ Prüfen Sie die ordnungsgemäße Abschaltung des Lasers im Fehlerfall durch den Safety Interlock.

#### HINWEIS

##### Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Durch eine zu hohe Leistungsdichte kann der Umlenkspiegel beschädigt werden.

- ▶ Achten Sie darauf, dass die Fokusebene nicht auf dem Umlenkspiegel liegt.
- ▶ Achten Sie darauf, dass die zulässige Leistungsdichte auf dem Umlenkspiegel nicht überschritten wird.

## 9.2 Messbereitschaft herstellen

1. Beachten Sie die Warnhinweise gemäß Kapitel 9.1 auf Seite 42.
2. Schließen Sie den Safety Interlock der Lasersteuerung an das Gerät an.
3. Verbinden Sie das Gerät mit der Spannungsversorgung.
4. Schalten Sie das Gerät am Ein-/Ausschalter Power ein.

👁 Die grüne Power LED muss leuchten.

👁 Warten Sie, bis das Display aufleuchtet.

👁 Die Error LED leuchtet nach kurzer Zeit rot.

5. Schalten Sie die Wasserkühlung ein.

👁 Nach wenigen Sekunden muss die rote Error LED erlöschen.

Nach ca. 2 Minuten sind Gerät und Kühlwasser im Temperaturgleichgewicht.

6. Der EC-PM ist nun messbereit.

## 9.3 Messen mit dem EC-PM als Stand-alone-Gerät

Mit dem EC-PM kann auch ohne PC gemessen werden. Die Messwerte werden im Display des Gerätes dargestellt. Das Display zeigt die folgenden Messwerte an:

Anzeige	Bedeutung	
LPower	Laserleistung in W	
Flow	Durchflussmenge des Kühlwassers in l/min	
Te	Kühlwassertemperatur am Wasservorlauf (Water In) in °C	
Td	Temperaturdifferenz zwischen Wasservorlauf (Water In) und Wasserrücklauf (Water Out) in Kelvin	

Tab. 9.1: Bedeutung der Abkürzungen im Display

### Messbereitschaft herstellen

1. Bereiten Sie das Gerät gemäß Kapitel 9.2 vor.

### Nulllevel bestimmen

2. Lesen Sie den angezeigten Wert ab. Der Wert muss als Nulllevel von der später angezeigten Laserleistung abgezogen werden.

### Messung starten

3. Beachten Sie die max. Laserleistung in Abhängigkeit vom Strahldurchmesser gemäß Anhang A auf Seite 70.
4. Öffnen Sie den Shutter vollständig.
5. Schalten Sie den Laser ein.
  - ➔ Nach ca. 2 Sekunden wird die gemessene Laserleistung angezeigt. Nach ungefähr 15 Sekunden erreicht die Anzeige etwa 99 % des Endwertes.
6. Schalten Sie den Laser aus.
7. Ziehen Sie den zuvor abgelesenen Nulllevel von der angezeigten Laserleistung ab.
8. Schließen Sie den Shutter vollständig.

## 9.4 Messen mit der LaserDiagnosticsSoftware LDS

Dieses Kapitel beschreibt Messungen mit der LDS. Eine ausführliche Beschreibung der Softwareinstallation, der Dateiverwaltung und Auswertung der Messdaten können der gesonderten Betriebsanleitung „LDS“ entnommen werden.

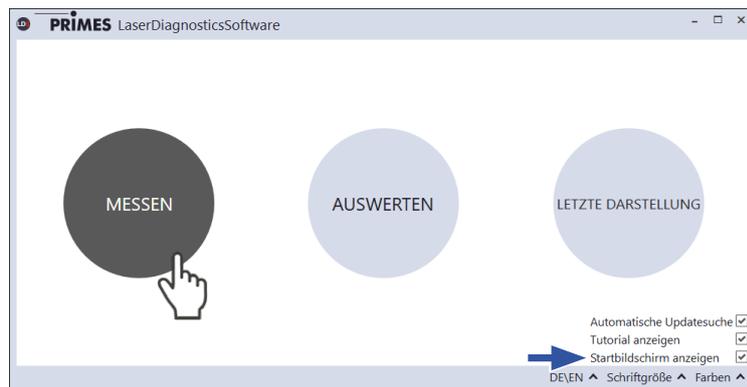
### 9.4.1 Gerät mit der LDS verbinden/trennen

#### Gerät einschalten und mit der LDS verbinden

1. Bereiten Sie das Gerät gemäß Kapitel 9.2 „Messbereitschaft herstellen“ auf Seite 43 vor.
2. Starten Sie die LDS mit einem Doppelklick auf das Programmsymbol **LD** in der Startmenügruppe oder auf die Desktopverknüpfung.

👁 Der Startbildschirm erscheint.

3. Wählen Sie die Betriebsart **Messen**.



Wenn die Option **Startbildschirm anzeigen** deaktiviert ist, oder das Fenster **Verbindungen** geschlossen wurde:

- Klicken Sie auf den Reiter **Geräte** und anschließend auf die Schaltfläche **+ Gerät verbinden**.

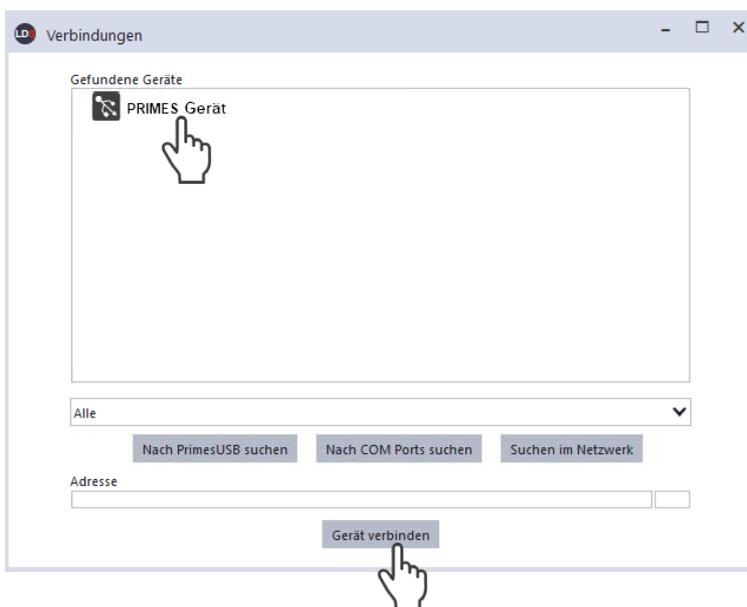


👁 Das Fenster **Verbindungen** wird eingeblendet.

4. Klicken Sie auf das gewünschte Gerät.
5. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Gerät verbinden**.

#### Falls das Gerät nicht erscheint:

Siehe Kapitel 10.2 „Verbindungsfehler mit der LDS“ auf Seite 61.



## Gerät von der LDS trennen und ausschalten

1. Klicken Sie auf den Reiter **Geräte**.
2. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Gerät und wählen Sie den Menüpunkt **Verbindung trennen** aus.
- Das Gerät wird von der LDS getrennt.
3. Schalten Sie die Spannungsversorgung am Ein-/Ausschalter Power aus.
4. Trennen Sie erst dann andere elektrische Verbindungen.



## 9.4.2 Allgemeine Informationen zum Arbeiten mit der LDS

### Parameter eingeben und aktivieren

#### Übernehmen Sie einen eingegebenen Parameterwert mit der Eingabetaste:

1. Geben Sie den gewünschten Wert in das Eingabefeld ein.
- 👁 Die Hintergrundfarbe des Eingabefeldes wechselt zu Blau.
2. Bestätigen Sie die Eingabe durch Drücken der Enter-Taste.
- 👁 Das Feld nimmt wieder die ursprüngliche Hintergrundfarbe an.

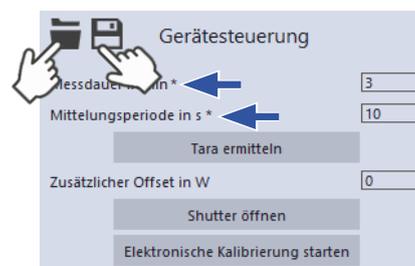


### Speichermöglichkeiten

#### Daten mit Stern (\*) in eine Datei speichern/aus einer Datei laden:

Alle mit einem Stern versehenen Daten im Menü **Gerätesteuerung** können in eine Voreinstellungsdatei mit der Erweiterung **.pre** auf dem PC **gespeichert** werden.

- Zum Speichern einer Konfiguration klicken Sie auf das Symbol .
- Zum Laden einer Konfiguration klicken Sie auf das Symbol .

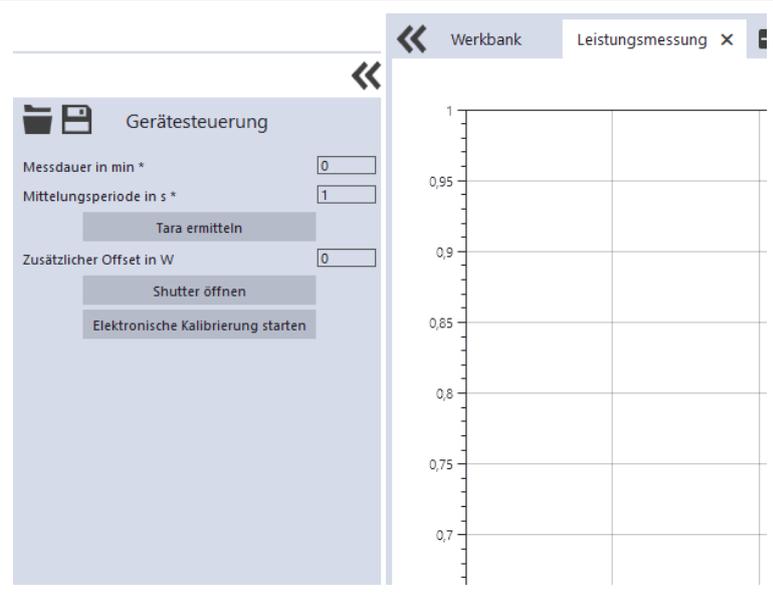


### 9.4.3 Messmodus Leistungsmessung öffnen

- 👁 Der EC-PM wird als verbundenes Gerät angezeigt.
- ▶ Klicken Sie auf das verbundene Gerät.



- 👁 Die zugehörige **Gerätesteuerung** wird geöffnet.
- 👁 Die Werkbank **Leistungsmessung** wird geöffnet.



#### 9.4.4 Leistungsmessung durchführen

##### Einstellungen in der Gerätesteuerung

Option	Erläuterung
<b>Messdauer in min</b>	▶ Geben Sie einen Wert in das Eingabefeld ein. Ohne Eingabe wird die Leistung permanent gemessen.
<b>Mittelungsperiode in s</b>	▶ Geben Sie einen Wert in das Eingabefeld ein. Die Messwerte werden über die eingegebene Zeit gemittelt.
<b>Tara ermitteln</b>	▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche, um den Wert für den Offset in der LDS anzupassen.
<b>Zusätzlicher Offset in W</b>	▶ Geben Sie einen Wert ein, der von der gemessenen Laserleistung abgezogen wird.
<b>Shutter öffnen/Shutter schließen</b>	▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit angeschlossener Druckluftversorgung wird der Shutter automatisch geöffnet/geschlossen.</li> <li>• Ohne Druckluftversorgung muss der Shutter von Hand geöffnet/geschlossen werden.</li> </ul>
<b>Elektronische Kalibrierung starten</b>	▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche um die elektronische Kalibrierung zu starten.

Tab. 9.2: Einstellungen in der Gerätesteuerung

##### Geräteoffset (Tara) bestimmen

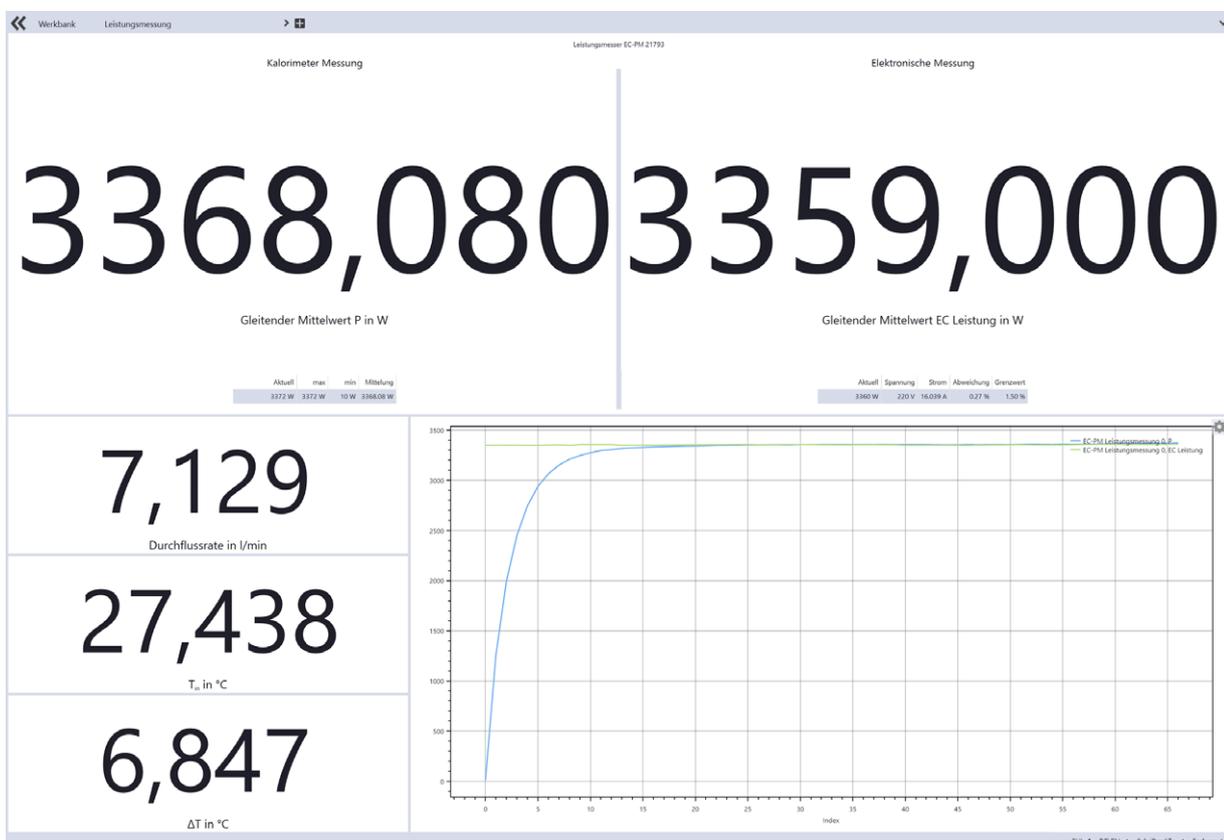
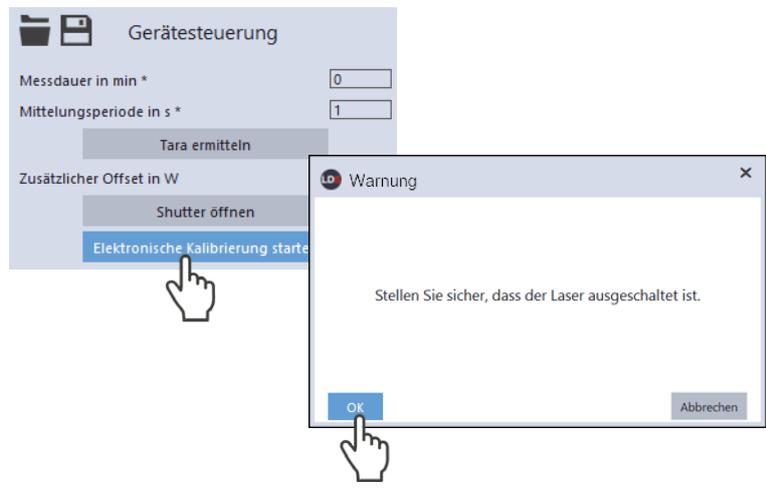
Zur Bestimmung des Geräteoffset muss das Gerät eine Thermalisierungszeit durchlaufen.

1. Lassen Sie das Kühlwasser ca. 2 Minuten laufen.
  - ▶ Nach ca. 2 Minuten sind Gerät und Kühlwasser im Temperaturgleichgewicht.
2. Klicken Sie bei ausgeschaltetem Laser auf **Start**.
3. Klicken Sie auf **Tara ermitteln**.
  - ▶ Der Offset-Wert wird in der LDS ermittelt und gespeichert.
- 👁 Die Anzeige der Laserleistung wird automatisch mit dem gespeicherten Offset-Wert korrigiert.
4. Starten Sie eine elektronische Kalibrierung oder eine Messung.

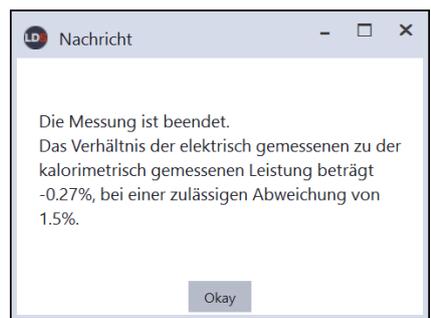


**Elektronische Kalibrierung starten**

1. Lassen Sie das Kühlwasser ca. 2 Minuten laufen.
- ➔ Nach ca. 2 Minuten sind Gerät und Kühlwasser im Temperaturgleichgewicht.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Elektronische Kalibrierung starten**.
- 👁 Das Fenster **Warnung** wird eingeblendet.
3. Stellen Sie sicher, dass der Laser ausgeschaltet ist
4. Klicken Sie auf **OK**.
- ➔ Die Kalibrierung wird gestartet (Dauer ca. 90 Sekunden).

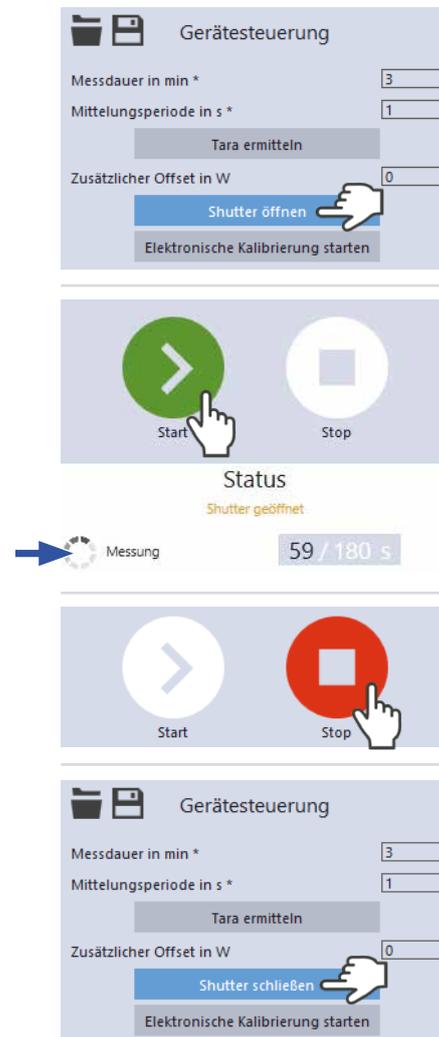


- ➔ Die gemessene kalorimetrische und elektronische Leistung wird in W angezeigt.
- 👁 Das Fenster **Nachricht** wird eingeblendet.
- ➔ Wird die zulässigen Abweichung von 1,5 % überschritten, senden Sie das Gerät zur Kalibrierung an PRIMES.
5. Klicken Sie auf **Okay**.



## Messung starten

1. Beachten Sie die max. Laserleistung in Abhängigkeit vom Strahldurchmesser gemäß Anhang A auf Seite 70.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Shutter öffnen**:
  - Mit angeschlossener Druckluftversorgung wird der Shutter automatisch geöffnet.
  - Ohne Druckluftanschluss muss der Shutter manuell bis zum Anschlag geöffnet werden.
3. Schalten Sie den Laser ein.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Start**.
5. Der Fortschritt der Messung wird im **Status** angezeigt.
6. Wenn Sie keine Messdauer eingegeben haben, klicken Sie auf die Schaltfläche **Stop**.
7. Die Messung wird beendet.
8. Schalten Sie den Laser aus.
9. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Shutter schließen**:
  - Der Shutter am Gerät wird automatisch geschlossen.
  - Ohne Druckluftanschluss muss der Shutter manuell bis zum Anschlag geschlossen werden.

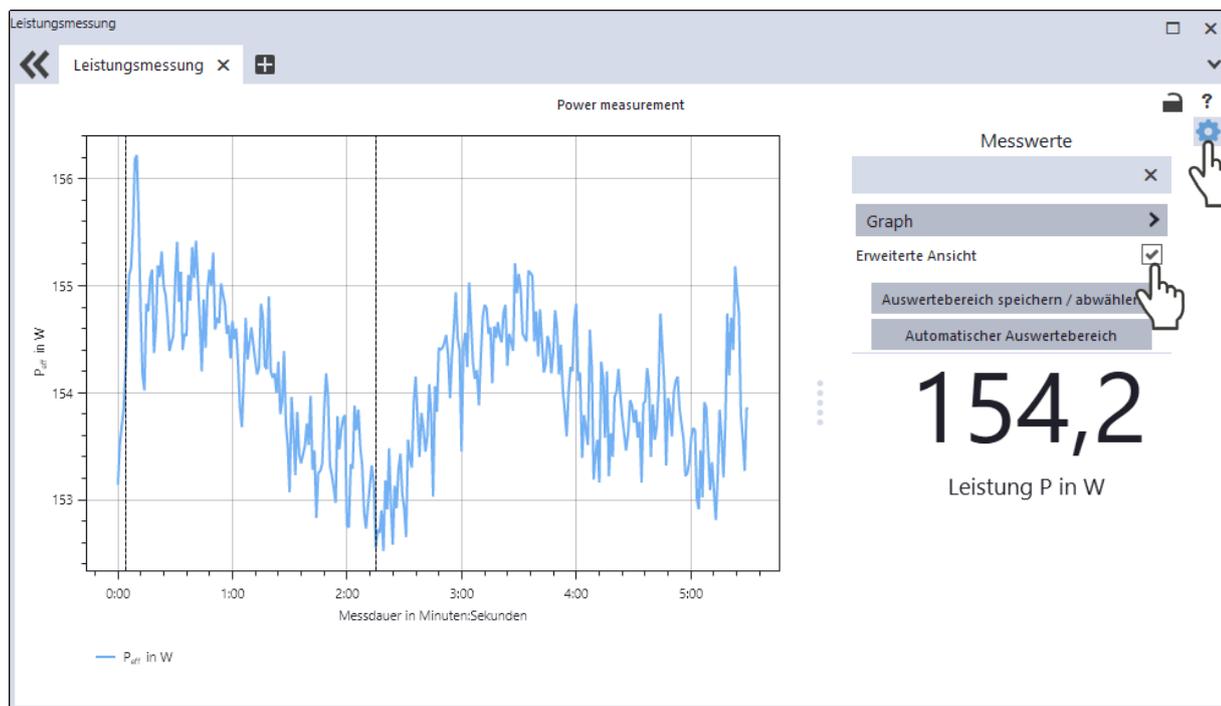


9.4.5 Anzeige der Messergebnisse

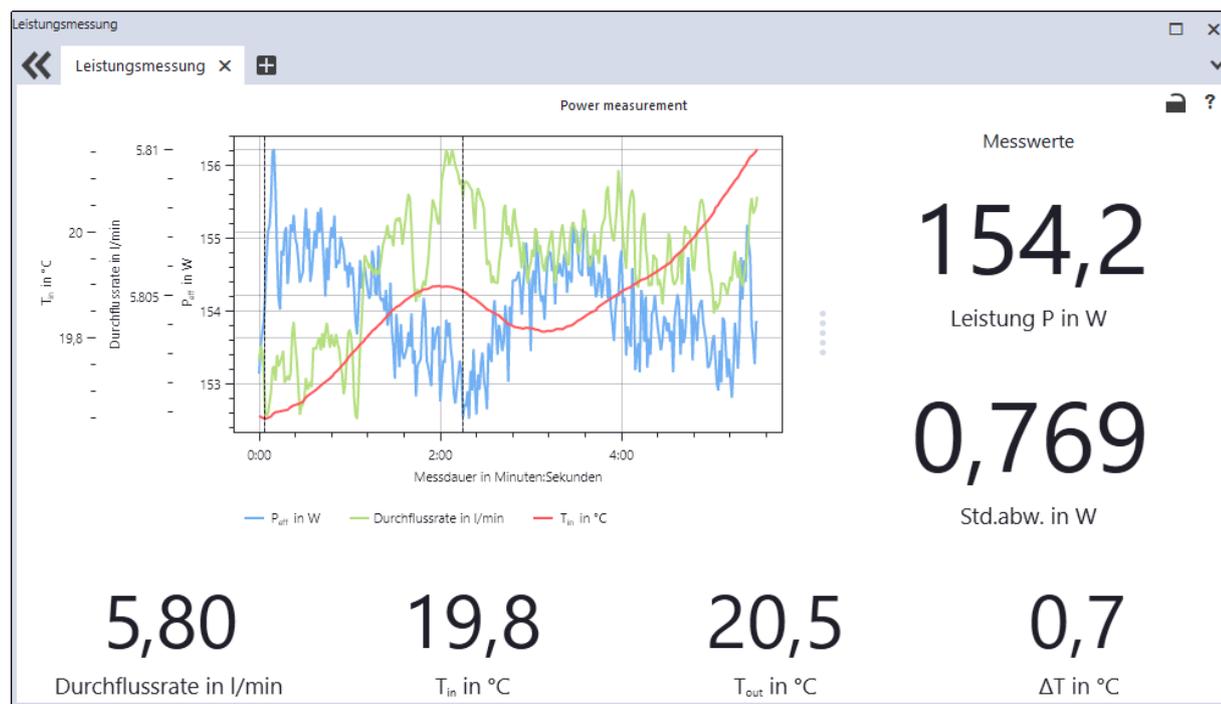
Die Messergebnisse werden während der Messung im Werkzeug **Leistungsmessung** dargestellt.

Die angezeigten Parameter können durch das Anklicken des Zahnradsymbols  angepasst werden. Zum Beispiel **Erweiterte Ansicht**. Die Ansicht wechselt zu einer erweiterten Darstellung der gemessenen Parameter.

Eine detaillierte Beschreibung der Werkzeuge und der Auswertung der Messergebnisse finden sich in der gesonderten Betriebsanleitung der LDS.



**Erweiterte Ansicht**



## 9.5 Messen mit der PowerMonitorSoftware PMS

### 9.5.1 Gerät einschalten und PMS starten

1. Bereiten Sie das Gerät gemäß Kapitel 9.2 „Messbereitschaft herstellen“ auf Seite 43 vor.
2. Starten Sie die PMS durch einen Doppelklick auf Programmsymbol  in der Startmenügruppe oder auf die Desktopverknüpfung.

 Über die Menüleiste sind verschiedene Dialogfenster aufrufbar.

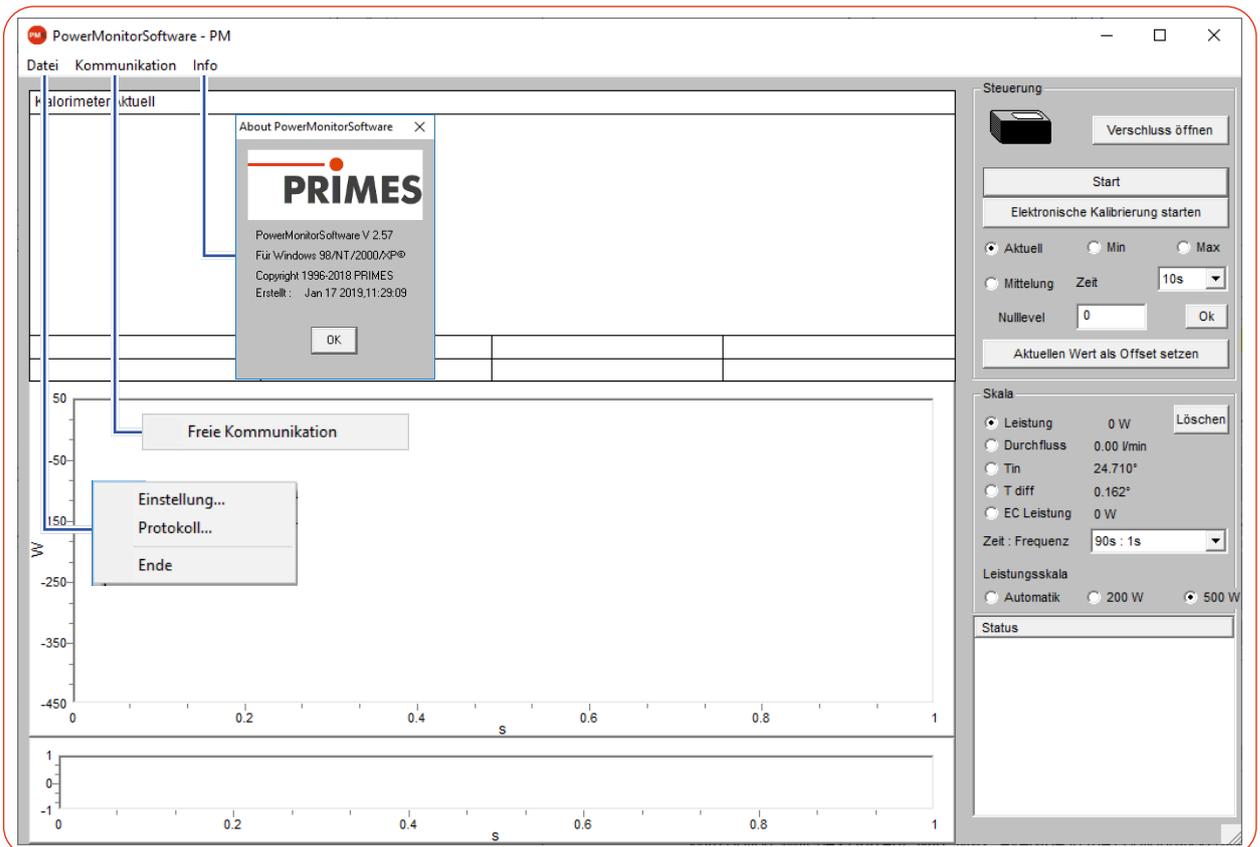


Abb. 9.1: Menüauswahl in der Menüleiste

#### ***Datei > Einstellung***

Hier kann eine andere Geräteadresse eingegeben werden. Der voreingestellte Abweichungsgrenzwert (EC) der elektronischen Kalibrierung von 1,50 % wird angezeigt (siehe auch Kapitel 9.5.6 auf Seite 56).

#### ***Datei > Protokoll***

Die aufgenommenen Messwerte können in einer tab-separierten Textdatei gespeichert werden:

1. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Schreiben** und vergeben Sie einen Dateinamen oder wählen Sie eine Datei aus.
2. Klicken Sie auf **OK**.

#### ***Datei > Ende***

Beendet die Software.

#### ***Kommunikation > Freie Kommunikation***

Öffnet das Dialogfenster für die Kommunikation.

#### ***Info***

Zeigt Informationen über die Software.

**9.5.2 Gerät mit der PMS verbinden**

► Öffnen Sie das Menü **Kommunikation > Freie Kommunikation**.

**Bei Anschluss über RS232 und PRIMES Konverter**

Siehe Kapitel 7.2.3 auf Seite 29.

Nach dem Start versucht die Software eine Verbindung zur seriellen Schnittstelle "COM2" herzustellen. Wenn „COM1“ die einzige verfügbare serielle Schnittstelle ist, muss „COM1“ im Menü **Kommunikation > Freie Kommunikation** unter **Com port** explizit ausgewählt werden.

Bei Verwendung eines USB-Seriell-Konverters wählen Sie bitte die Betriebsart **USB2Seriell**.

**Bei Anschluss über die USB-Schnittstelle**

Siehe Kapitel 7.2.2 auf Seite 28.

Wenn das Gerät über USB angeschlossen wurde, muss im Menü **Kommunikation > Freie Kommunikation** die Betriebsart **USB** ausgewählt werden.

Drücken Sie anschließend die Schaltfläche **Scannen**.

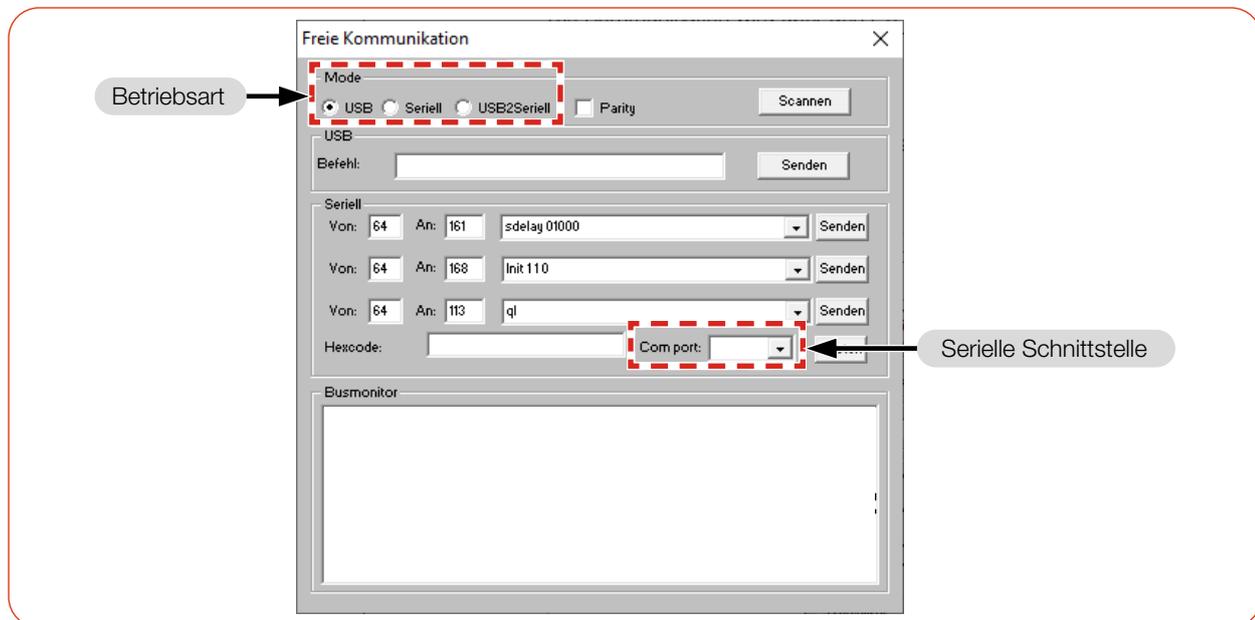


Abb. 9.2: Menü Freie Kommunikation

Falls keine Kommunikation zustande kommt, betätigen Sie mehrmals die Schaltfläche **Start/Stop** in der oberen rechten Ecke (siehe Abb. 9.1 auf Seite 51).

Wenn weiterhin keine Kommunikation möglich ist, testen Sie die Schnittstellen gemäß Kapitel 9.5.3 auf Seite 53.

### 9.5.3 Schnittstellen testen

Nach der Verbindung der Geräte kann die Kommunikation zwischen PC und dem Gerät im Menü **Kommunikation > Freie Kommunikation** geprüft werden.

Zuerst prüfen Sie die Schnittstelle am PC, indem Sie die Software auf dem PC starten.

#### Mögliche Fehlermeldung:

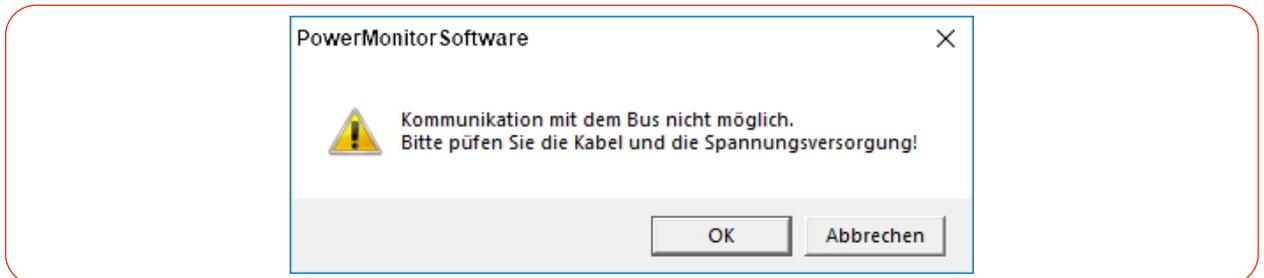


Abb. 9.3: Mögliche Fehlermeldung

#### Ursache:

- Die Kommunikation über das Bussystem ist nicht möglich.

#### Abhilfe:

1. Prüfen Sie die Verkabelung der Geräte.
2. Stellen Sie sicher, dass die Spannungsversorgung angeschlossen und eingeschaltet ist (die Kommunikation ist nur möglich, wenn der PRIMES Bus mit 24 V Gleichspannung versorgt ist).
3. Schalten Sie die Spannungsversorgung aus und wieder ein.

#### Mögliche Fehlermeldung (nur bei Betrieb mit dem PRIMES Konverter):

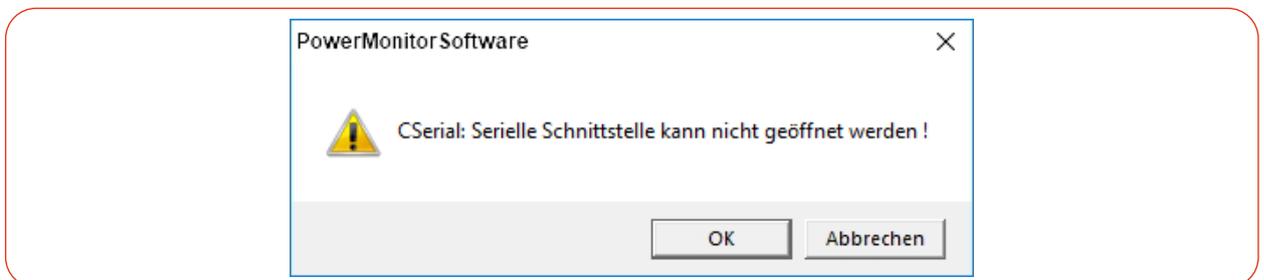


Abb. 9.4: Mögliche Fehlermeldung

#### Ursache:

- Die Software kann die voreingestellte Schnittstelle nicht öffnen.

#### Abhilfe:

1. Prüfen Sie, ob eventuell eine andere Software, z. B. Fax-Software oder eine parallel laufende LDS, die Schnittstelle gerade benutzt. Ein serieller Port kann immer nur von einer Software genutzt werden.
2. Prüfen Sie, ob die Software den korrekten Port öffnet. Nach dem Start der Software kann die verwendete Schnittstelle im Menü **Freie Kommunikation** geändert werden. Hier werden zunächst alle für die Software verfügbaren Schnittstellen angezeigt (Dropdown-Liste **Com port**).

**9.5.4 Kommunikation mehrerer Geräte testen**

Die Kommunikation wird über den PC mit der PMS getestet. Dazu wird jedem Gerät ein bestimmter Befehl geschickt. Antwortet ein Gerät wie in Tab. 9.3 auf Seite 54 angegeben, so funktioniert die Kommunikation fehlerfrei.

1. Wählen Sie **Kommunikation > Freie Kommunikation**.  
Im erscheinenden Fenster wird im Feld **Von** die Adresse des Senders (PC), im Feld **An** die Adresse des Empfängers (PRIMES Gerät) und in dem Textfeld rechts davon der Befehl eingetragen.
2. Verschicken Sie den Befehl durch anklicken der Schaltfläche **Senden**.  
Die Antwort des Gerätes erscheint unten im Busmonitor.

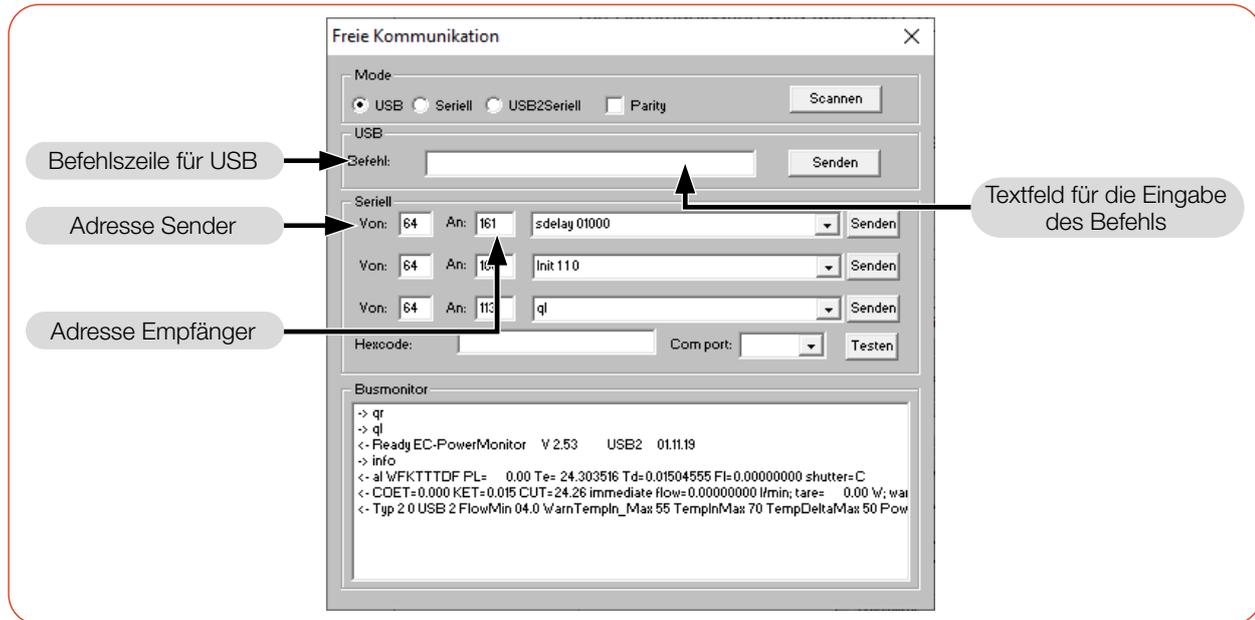


Abb. 9.5: Menu Freie Kommunikation

Gerät	Von (PC)	An (Gerät)	Befehl	Antwort
FocusMonitor FM	64	161	qr	aID FocusMonitor
BeamMonitor BM	64	144	qr	aID BeamMonitor
PowerMonitor	64	113	qr	ready PowerMonitor

Tab. 9.3: Tabelle zur Funktionskontrolle

Der Befehl für eine Suchabfrage ist **qr** (query request).

**Wenn von einem angesprochenen Gerät keine Meldung zurückkommt:**

1. Schalten Sie die Spannungsversorgung aus und wieder ein. Senden Sie den Befehl erneut.
2. Überprüfen Sie die Verkabelung des Gerätes und ob alle Stecker angeschlossen sind.
3. Ein Gerät blockiert den PRIMES Bus. Schalten Sie die Spannungsversorgung aus und nehmen Sie das entsprechende Gerät vom Bus. Nehmen Sie das System wieder in Betrieb.
4. Der PC blockiert den PRIMES Bus: Die rote LED „Send“ am PRIMES Konverter leuchtet permanent. Starten sie den PC neu.

### 9.5.5 Geräteoffset bestimmen

Zur Bestimmung des Geräteoffset muss das Gerät eine Thermalisierungszeit durchlaufen.

1. Lassen Sie das Kühlwasser ca. 2 Minuten laufen.
    - ➔ Nach ca. 2 Minuten sind Gerät und Kühlwasser im Temperaturgleichgewicht.
  2. Klicken Sie bei ausgeschaltetem Laser auf **Start**.
  3. Klicken Sie auf **Aktuellen Wert als Offset setzen**.
  - ➔ Der Offset-Wert wird in der PMS ermittelt und gespeichert.
- 👁 Die Anzeige der Laserleistung wird automatisch mit dem gespeicherten Offset-Wert korrigiert.

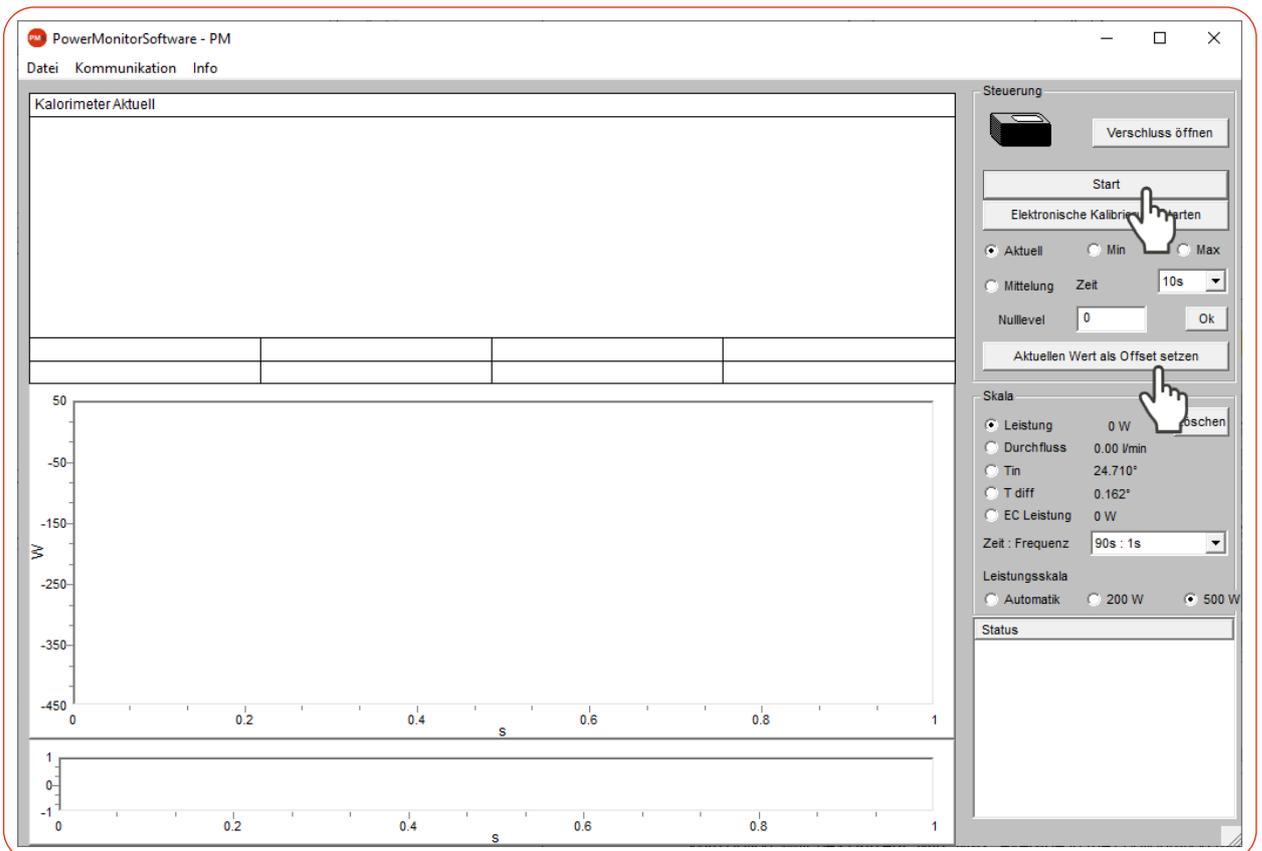


Abb. 9.6: Geräteoffset bestimmen

## 9.5.6 Elektronische Kalibrierung starten

1. Lassen Sie das Kühlwasser ca. 2 Minuten laufen.
  - ➔ Nach ca. 2 Minuten sind Gerät und Kühlwasser im Temperaturgleichgewicht.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Elektronische Kalibrierung starten**,
  - 👁 Das Fenster **Laser ausschalten** wird eingeblendet.

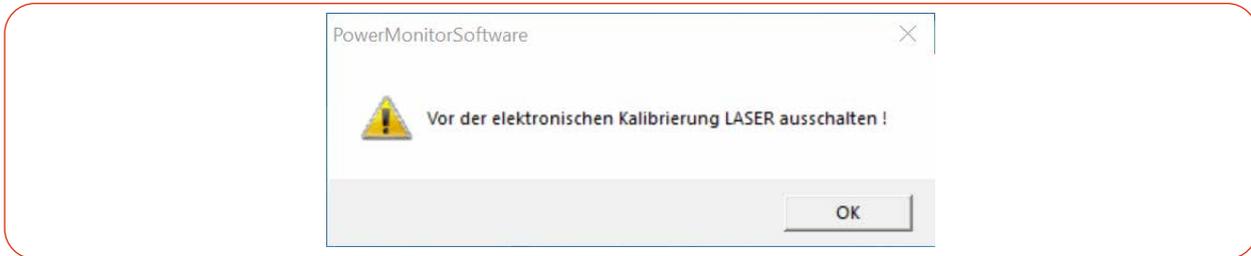


Abb. 9.7: Laser ausschalten

3. Stellen Sie sicher, dass der Laser ausgeschaltet ist.
4. Klicken Sie auf **OK**.
  - ➔ Die Kalibrierung wird gestartet (Dauer ca. 90 Sekunden).

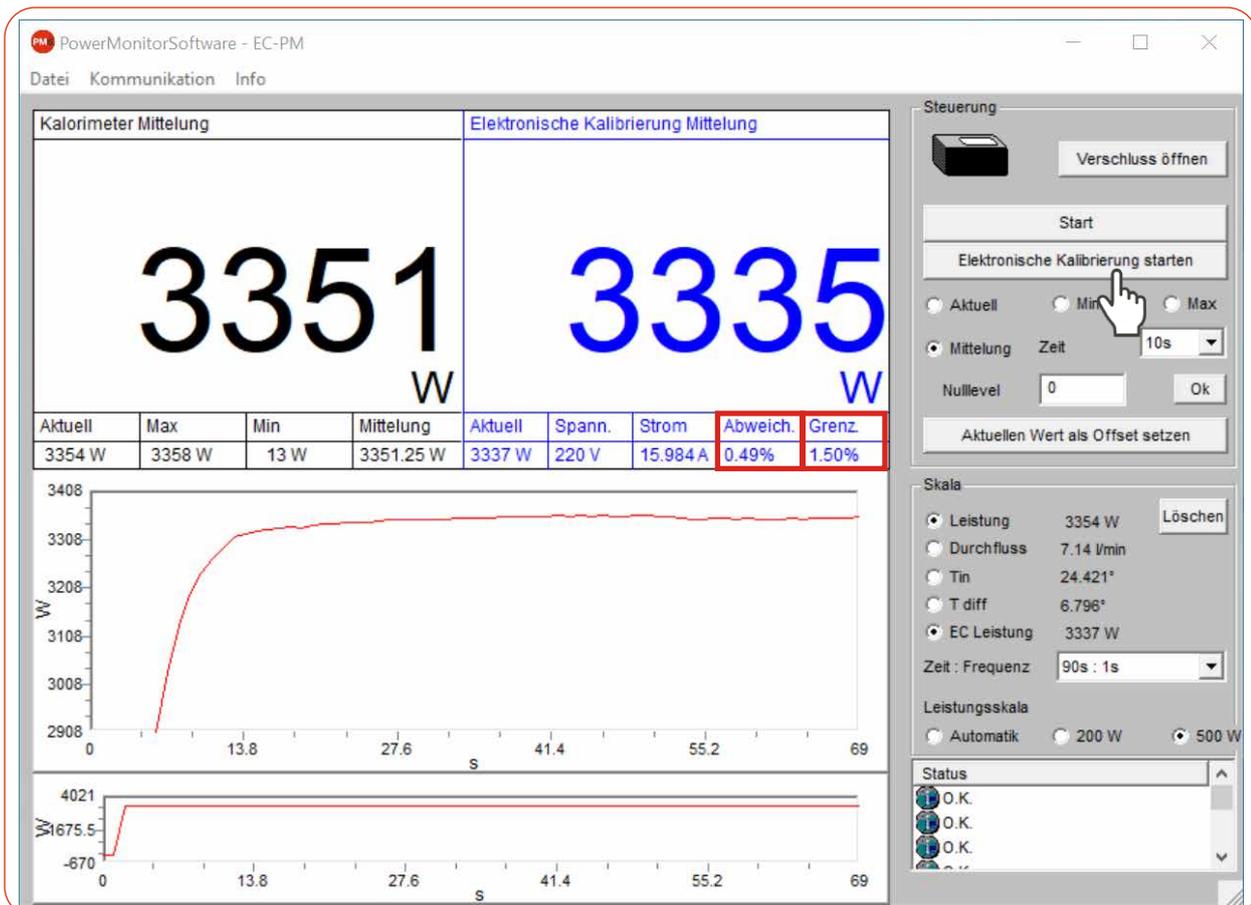


Abb. 9.8: Anzeige der Elektronischen Kalibrierung

- ➔ Die gemessene kalorimetrische und elektronische Leistung wird in W angezeigt. Die Abweichung wird im Feld **Abweich.** in Prozent angezeigt. Der Grenzwert wird im Feld **Grenz.** mit **1.50 %** angezeigt. Die Einstellung des Grenzwertes ist im Menü **Datei > Einstellung** im Eingabefeld **Abweichungsgrenzwert (EC)** mit **1.50 %** voreingestellt. Wird die zulässige Abweichung von 1,5 % überschritten, senden Sie das Gerät zur Kalibrierung an PRIMES.

### 9.5.7 Leistungsmessung durchführen

1. Beachten Sie die max. Laserleistung in Abhängigkeit vom Strahldurchmesser gemäß Anhang A auf Seite 70.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Verschluss öffnen**.
  - Mit angeschlossener Druckluftversorgung wird der Verschluss automatisch geöffnet.
  - Ohne Druckluftanschluss muss der Shutter manuell bis zum Anschlag geöffnet werden.
- 👁️ Ist die Position des Verschlusses nicht bekannt bzw. ist ein **Verschluss Öffnen**-Befehl nicht korrekt ausgeführt worden, so erscheint ein Fragezeichen auf dem PowerMonitor-Symbol.
3. Schalten Sie den Laser ein.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Start**.
  - ➔ Nach ca. 2 Sekunden wird die gemessene Laserleistung angezeigt.
  - Nach ungefähr 15 Sekunden erreicht die Anzeige etwa 99 % des Endwertes.
5. Wenn keine Messdauer in der Dropdown-Liste **Zeit : Frequenz** eingegeben wurde, klicken Sie auf die Schaltfläche **Stop**.
  - ➔ Die Messung wird beendet.
6. Schalten Sie den Laser aus.
7. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Verschluss schließen**.
  - Der Verschluss am Gerät wird automatisch geschlossen.
  - Ohne Druckluftanschluss muss der Shutter manuell bis zum Anschlag geschlossen werden.

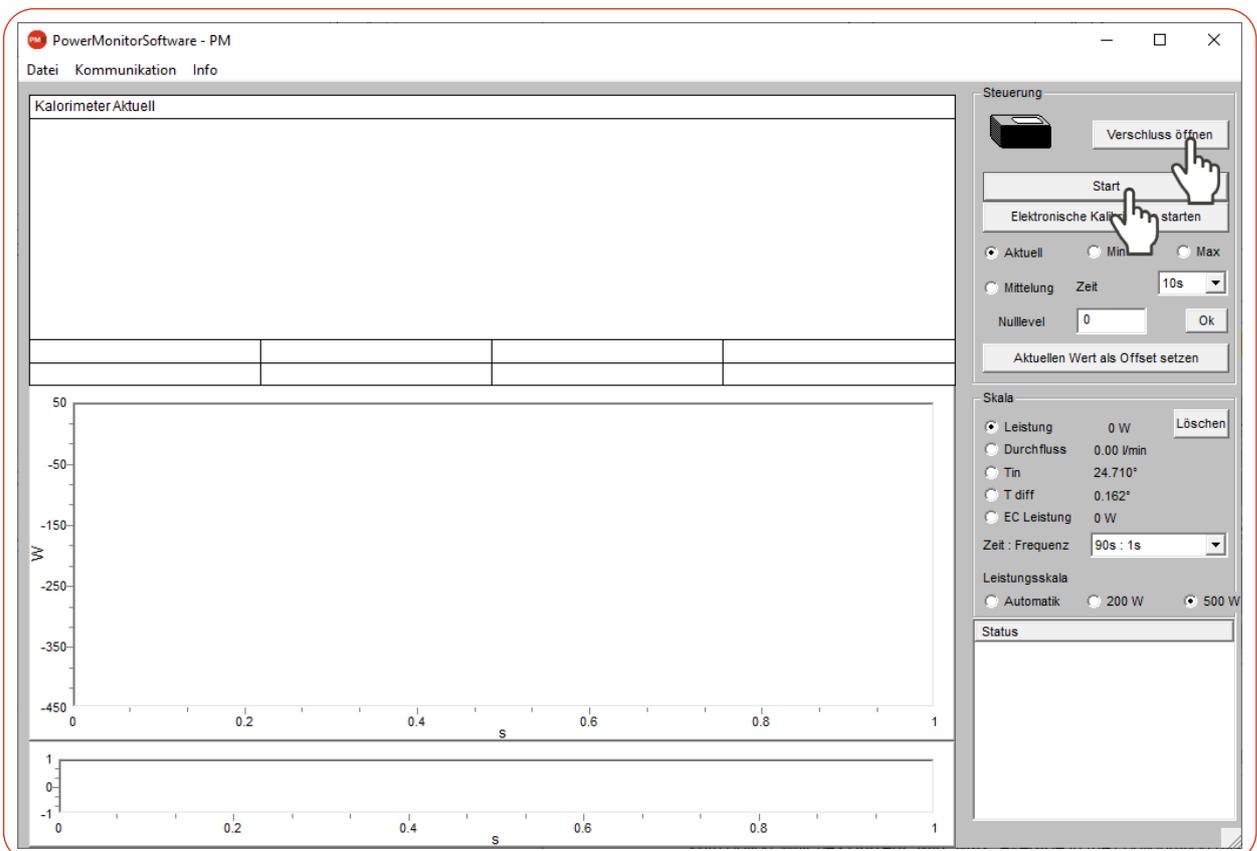


Abb. 9.9: Leistungsmessung durchführen

## 9.5.8 Messwertanzeige

Die grafische Benutzeroberfläche ist in folgende Anzeigebereiche unterteilt (siehe Abb. 9.10 auf Seite 58):

- die numerische Anzeige der aktuellen Messwerte (Fenster A)
- die zeitlichen Entwicklung der Laserleistung oder des Durchflusses oder der Kühlwassertemperatur (Fenster B)
- das Statusfenster

### Fenster A (numerische Anzeige)

Im Fenster A werden unterhalb der großen Anzeige in Abb. 9.10 auf Seite 58: 969 W die folgenden Messwerte angezeigt:

- der aktuelle Messwert
- der Minimalwert und der Maximalwert
- der Mittelwert (Option **Mittelung**) aus dem gewählten Zeitintervall (Auswahlfeld **Zeit**)



Mit der Mittelung der Leistungsmesswerte (**Zeit** 10 s, 20 s, 30 s, 50 s, max = 90 s) kann ein Rauschen reduziert werden, so dass sehr genaue Messungen möglich sind.

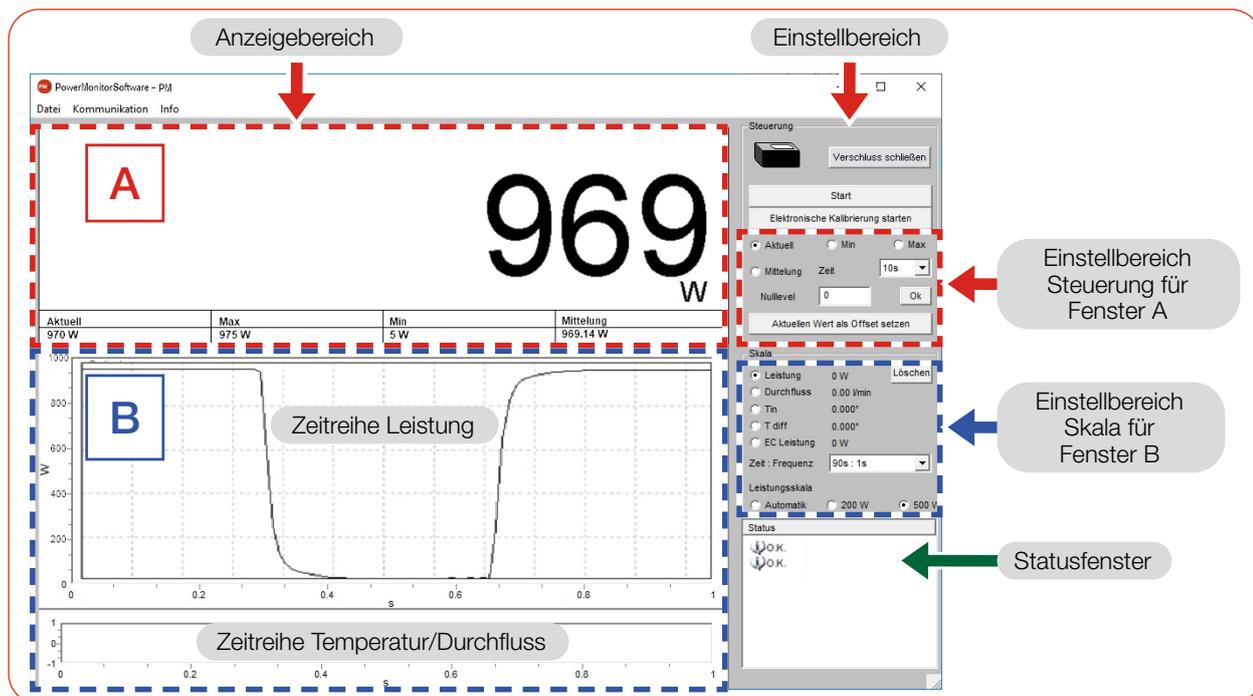


Abb. 9.10: Die grafische Benutzeroberfläche während einer Messung

Mit den Optionsschaltern **Aktuell**, **Min**, **Max**, **Mittelung** im Einstellbereich **Steuerung** wird festgelegt, welcher Messwert groß angezeigt wird (siehe Tab. 9.4 auf Seite 58).

Auswahl	Anzeige
<b>Aktuell</b>	Anzeige der aktuellen Leistung
<b>Min</b>	Anzeige der kleinsten gemessenen Leistung
<b>Max</b>	Anzeige der größten gemessenen Leistung
<b>Mittelung</b>	Anzeige des Mittelwertes innerhalb der gewählten Messdauer

Tab. 9.4: Auswahl zur großen Anzeige des Messwertes

## Einstellungen

Die maximal einstellbare Zeitdauer (Max) für die Mittelung beträgt 90 Sekunden.

Eine eventuelle Nullpunktverschiebung kann mit der Schaltfläche **Aktuellen Wert als Offset setzen** oder numerisch über das Eingabefeld **Nulllevel** kompensiert werden.

## Fenster B (grafische Anzeige)

Im Fenster B werden zwei Zeitreihen dargestellt:

### Zeitreihe Leistung

Die y-Achse (Leistung) des Fensters kann automatisch oder mit festen Werten (200 W oder 500 W) skaliert werden. In der Einstellung **Automatik** wird die y-Achse mit der Differenz aus gemessenen Minimal- und Maximalwert skaliert.

### Zeitreihe Temperatur/Durchfluss

Hier kann der Kühlwasserdurchfluss oder die Eingangstemperatur ( $T_{in}$ ) oder die Temperaturdifferenz ( $T_{diff}$ ) zwischen Wasservorlauf (Water In) und Wasserrücklauf (Water Out) oder die EC Leistung überwacht werden. Die Auswahl erfolgt über die Optionsschalter im Einstellbereich **Skala**.

- **Durchfluss**
- $T_{in}$
- $T_{diff}$
- **EC Leistung**

### Schaltfläche Löschen

Löscht alle numerischen und grafischen Anzeigen in den Fenstern.

### Zeit: Frequenz

In der Dropdown-Liste kann die Dauer der Messung und die Messrate (Anzahl der Messungen pro Zeiteinheit) gewählt werden. Mögliche Einstellungen:

Messdauer	Messrate
90 s	1 s $\triangleq$ 1 Hz
10 min	2 s $\triangleq$ 0,5 Hz
30 min	2 s $\triangleq$ 0,5 Hz
2 h	5 s $\triangleq$ 0,2 Hz
10 h	5 s $\triangleq$ 0,2 Hz
50 h	10 s $\triangleq$ 0,1 Hz

Tab. 9.5: Einstellung Zeit: Frequenz

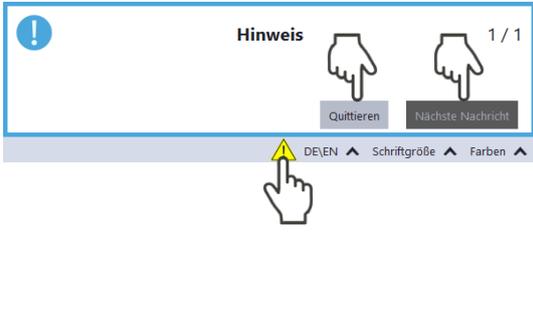
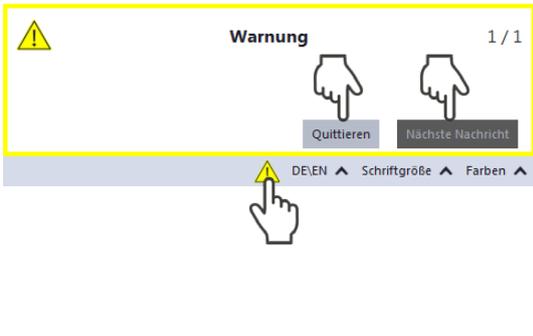
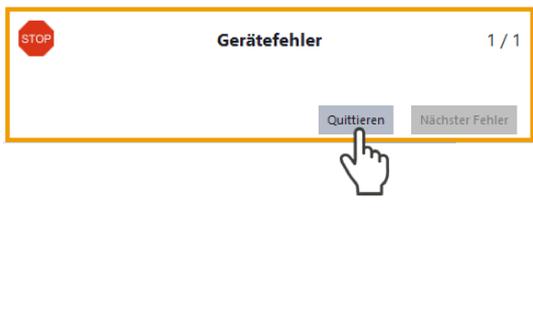
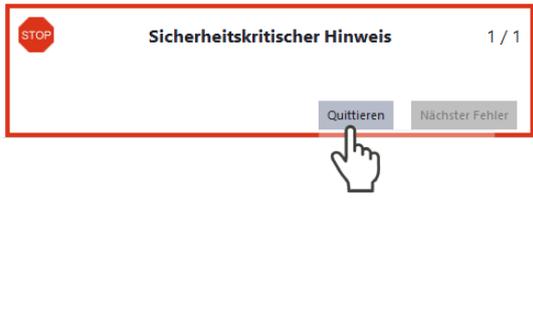
### Statusfenster

Im untersten rechten Fenster **Status** der Bedienoberfläche (siehe Abb. 9.10 auf Seite 58) können Fehlermeldungen in roter Schrift erscheinen. Diese Fehler müssen Sie vor Beginn einer Messung beheben.

## 10 Fehlerbehebung

### 10.1 Meldungen in der LDS beim Messen

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

<p><b>Hinweis</b></p> <p>Hinweise geben Hilfestellung bei der Interpretation der Messergebnisse und werden in einem blauen Fenster angezeigt.</p> <p>Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Klicken Sie auf das Warndreieck in der Fußzeile, um das Fenster ein-/auszublenden.</li> <li>▶ Klicken Sie ggf. auf die Schaltfläche <b>Nächste Nachricht</b>, um weitere Meldungen derselben Kategorie anzuzeigen.</li> <li>▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche <b>Quittieren</b>, um die angezeigte Meldung zu entfernen.</li> </ul>	
<p><b>Warnung</b></p> <p>Nicht-sicherheitskritische Probleme, die beispielsweise die Qualität der Messergebnisse beeinflussen, werden in einem gelben Fenster angezeigt.</p> <p>Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Klicken Sie auf das Warndreieck in der Fußzeile, um das Fenster ein-/auszublenden.</li> <li>▶ Klicken Sie ggf. auf die Schaltfläche <b>Nächste Nachricht</b>, um weitere Meldungen derselben Kategorie anzuzeigen.</li> <li>▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche <b>Quittieren</b>, um die angezeigte Meldung zu entfernen.</li> </ul>	
<p><b>Gerätefehler</b></p> <p>Gerätefehler, die eine Beschädigung des Gerätes zur Folge haben können, werden in einem orangenen Fenster angezeigt.</p> <p>Gehen Sie in diesem Fall wie folgt vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beheben Sie das Problem.</li> <li>2. Klicken Sie auf die Schaltfläche <b>Quittieren</b>, um die Meldung zu entfernen.</li> </ol> <p>👁 Die Meldung verschwindet. Ist das Problem nicht behoben, dann erscheint die Meldung kurz darauf erneut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Fahren Sie erst mit der Messung fort, wenn das Problem behoben ist.</li> </ol>	
<p><b>Sicherheitskritischer Hinweis</b></p> <p>Sicherheitskritische Probleme, die eine Beschädigung/Zerstörung des Gerätes zur Folge haben können, werden in einem roten Fenster angezeigt.</p> <p>Gehen Sie in diesem Fall wie folgt vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beheben Sie das Problem sofort.</li> <li>2. Klicken Sie auf die Schaltfläche <b>Quittieren</b>, um die Meldung zu entfernen.</li> </ol> <p>👁 Die Meldung verschwindet. Ist das Problem nicht behoben, dann erscheint die Meldung kurz darauf erneut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Fahren Sie erst mit der Messung fort, wenn das Problem behoben ist.</li> </ol>	

## 10.2 Verbindungsfehler mit der LDS

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Die USB-Verbindung zwischen dem Gerät und der LDS lässt sich nicht herstellen.	Es ist keine USB-Verbindung hergestellt.	▶ Verbinden Sie die USB-Anschlüsse am Gerät und am PC mit dem USB-Kabel.
	Der PRIMES USB-Treiber wurde nicht installiert.	Bei einer USB-Verbindung wird ein Treiber benötigt. ▶ Installieren Sie den USB-Treiber gemäß Kapitel 7.4.2 auf Seite 32.

Tab. 10.1: Verbindungsfehler bei Verwendung der LDS

## 10.3 Akustisches Warnsignal

Wenn die zulässige Temperatur des Absorbers von 60 °C überschritten wird, ertönt ein Warnsignal:

1. Schalten Sie den Laser unverzüglich aus.

Sollte nach dem Ertönen des Warnsignals Wasser aus dem Gerät austreten, kann das Gerät durch die Über-temperatur beschädigt und nicht mehr betriebssicher sein.

Der entstehende Überdruck bei stehendem Kühlwasser kann zudem zu Undichtigkeiten der Schläuche und Verbinder führen.

2. Prüfen Sie das Gerät auf Undichtigkeit. Im Falle einer Undichtigkeit senden Sie das Gerät bitte zur Inspektion an PRIMES.

### Ist keine Undichtigkeit festzustellen:

1. Prüfen Sie den Durchfluss und die korrekte Durchflussrate.
2. Prüfen Sie die ordnungsgemäße Abschaltung des Lasers im Fehlerfall durch den Safety Interlock. Verringern Sie hierzu die Durchflussrate.
3. Ist das Gerät nicht mehr funktionstüchtig, senden Sie das Gerät bitte zur Inspektion an PRIMES.

## 10.4 Safety Interlock wurde ausgelöst

Der Safety Interlock löst aus wenn ein sicherheitskritischer Fehler vorliegt. Es besteht die Gefahr, dass das Gerät durch unzureichende Kühlung beschädigt wird.

Die Messung kann erst fortgeführt werden, nachdem die Fehlerursache behoben wurde.

### Mögliche Fehlerursachen:

- Der Kühlwasserdurchfluss ist zu gering (Flow < 4 l/min). Erhöhen Sie den Durchfluss.
- Die Kühlwassertemperatur am Wasservorlauf (Water In) ist zu hoch ( $T_e > 70$  °C). Überprüfen Sie die Kühlung.
- Die Temperaturdifferenz zwischen Wasservorlauf (Water In) und Wasserrücklauf (Water Out) ist zu groß ( $T_d > 50$  K). Verringern Sie die Leistung oder erhöhen Sie den Durchfluss.
- Der Shutter ist nicht (vollständig) geöffnet.

In der LaserDiagnosticsSoftware LDS wird die Fehlerursache angezeigt.

Bei Messungen ohne LDS sind die Werte auf dem Display mit den vorgegebenen Sollwerten zu vergleichen.

## 10.5 Sonstige Fehler

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
<p>Das Gerät zeigt keinen Durchfluss (Flow) an.</p> <p>Die angezeigte Laserleistung im Display, der LDS oder PMS hat ein negatives Vorzeichen.</p>	<p>Die Durchflussrichtung wurde vertauscht.</p>	<p>Eine Umkehrung der Durchflussrichtung führt bei längerem Betrieb zu einer Beschädigung/Zerstörung des Durchflussmessers.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>► Schließen Sie den Wasservorlauf (Water in) und den Wasserrücklauf (Water out) gemäß den Kennzeichnungen auf dem Gerät an.</li></ul>

Tab. 10.2: Sonstige Fehler

## 11 **Wartung und Inspektion**

### 11.1 **Wartungsintervalle**

Für die Festlegung der Wartungsintervalle für das Messgerät ist der Betreiber verantwortlich.

PRIMES empfiehlt nach der Erstinbetriebnahme ein Wartungsintervall von 12 Monaten für Inspektion und Kalibrierung.

Bei sporadischem Gebrauch des MessGerätes (weniger als täglich) kann das Wartungsintervall auf bis zu 24 Monate festgelegt werden.

Bitte beachten Sie, dass die Sicherheits-, und Warneinrichtungen im Gerät regelmäßig überprüft werden müssen.

### 11.2 **Geräteoberfläche reinigen**

1. Lassen Sie das Gerät nach einer Messung eine angemessene Zeit abkühlen.
2. Reinigen Sie die Geräteoberfläche mit gereinigter, ölfreier Druckluft.
3. Verschließen Sie alle Geräteöffnungen.
4. Für die weitere Reinigung verwenden Sie eine Mischung aus destilliertem Wasser und Isopropanol im Verhältnis von circa 5:1.  
Benutzen Sie fusselfreie Reinigungstücher, die keine Kratzer verursachen.
5. Sollten diese Maßnahmen nicht ausreichen, dann wenden Sie sich bitte an PRIMES oder Ihren PRIMES Vertriebspartner.

## 12 Maßnahmen zur Produktentsorgung

Dieses PRIMES Messgerät unterliegt als B2B-Gerät der europäischen Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Waste Electrical and Electronical Equipment – WEEE) sowie den entsprechenden nationalen Gesetzen. Die WEEE-Richtlinie verpflichtet Betreiber das Gerät nicht über den Hausmüll, sondern in einer getrennten Elektroaltgeräte-Sammlung umweltverträglich zu entsorgen.

PRIMES gibt Ihnen im Rahmen der WEEE-Richtlinie, umgesetzt im Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG), die Möglichkeit zur Rückgabe Ihres PRIMES Messgerätes zur kostenfreien Entsorgung. Sie können innerhalb der EU zu entsorgende PRIMES Messgeräte (dieser Service beinhaltet nicht die Versandkosten) an unsere Adresse senden:

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

Falls Sie sich außerhalb der EU befinden, kontaktieren Sie bitte Ihren zuständigen PRIMES Vertriebspartner um das Vorgehen zur Entsorgung Ihres PRIMES Messgerätes vorab abzustimmen.

PRIMES ist bei der Stiftung Elektro-Altgeräte Register (stiftung ear) als Hersteller unter der Nummer WEEE-Reg.-Nr. DE65549202 registriert.

### **Achtung Batterien enthalten!**

Beachten Sie, dass sich im Gerät 2 fest verbaute Lithium-Metall-Zellen befinden.

Diese müssen gemäß den geltenden nationalen und internationalen Gesetzen entsorgt werden, wenn das Gerät nicht an PRIMES zurück gesendet wird.

## 13 Konformitätserklärung

### Original-EG-Konformitätserklärung

Der Hersteller: PRIMES GmbH, Max-Planck-Straße 2, 64319 Pfungstadt  
erklärt hiermit, dass das Gerät mit der Bezeichnung:

#### **EC-PowerMonitor (ECPM)**

Typen: ECPM

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

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, 26.April 2017

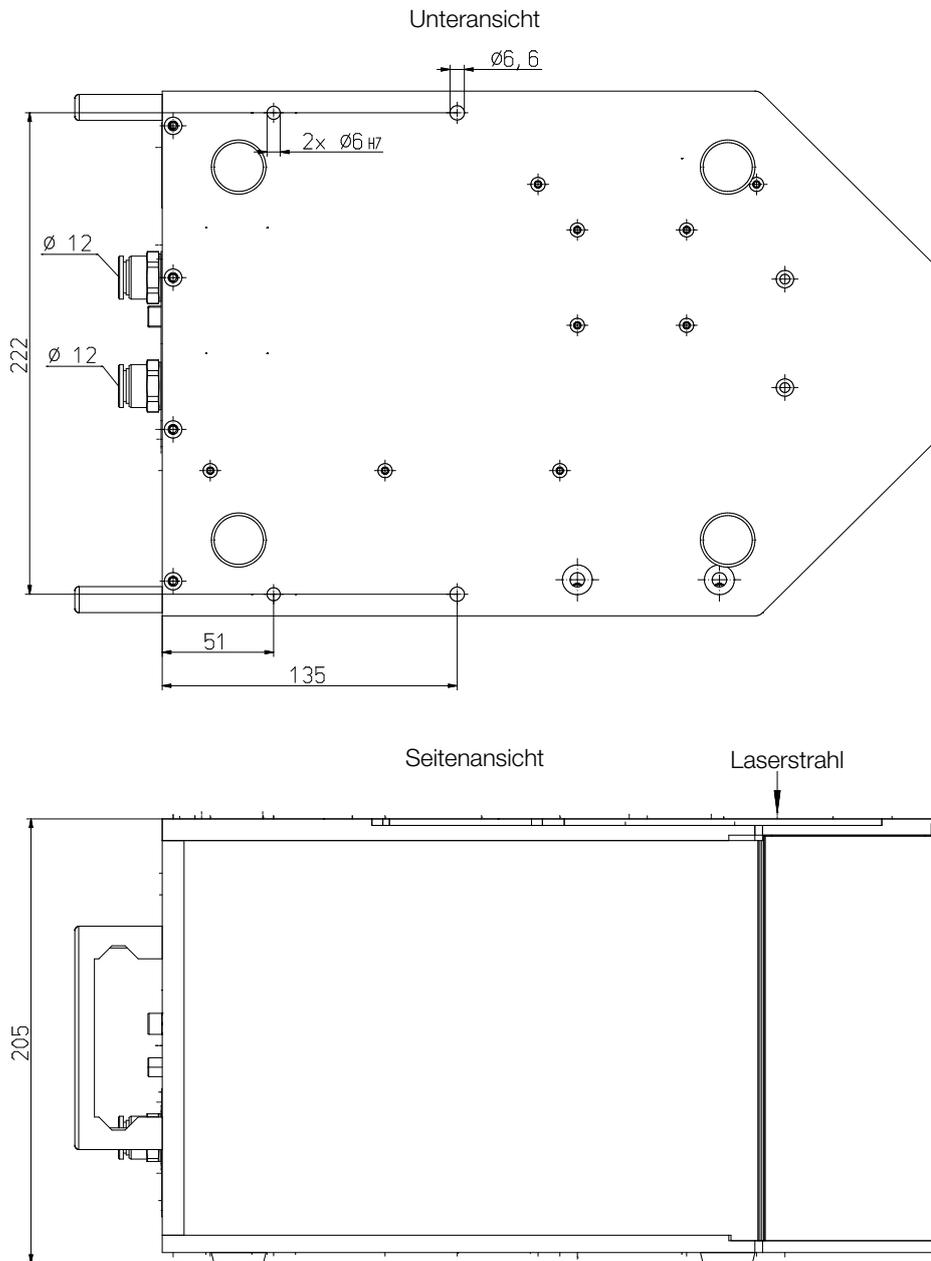
  
\_\_\_\_\_  
Dr. Reinhard Kramer, Geschäftsführer

## 14 Technische Daten

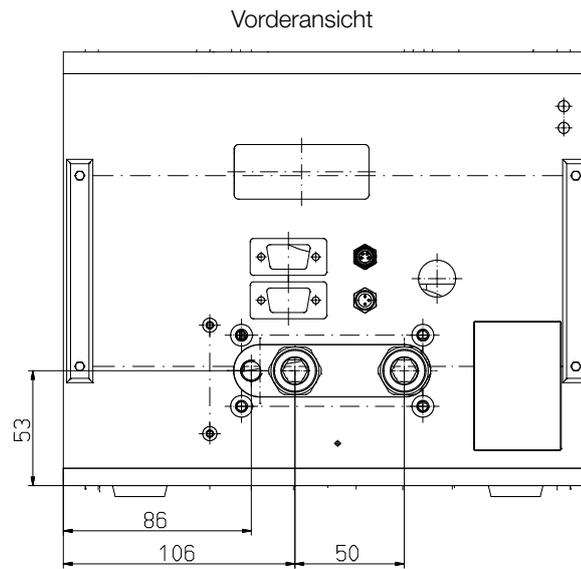
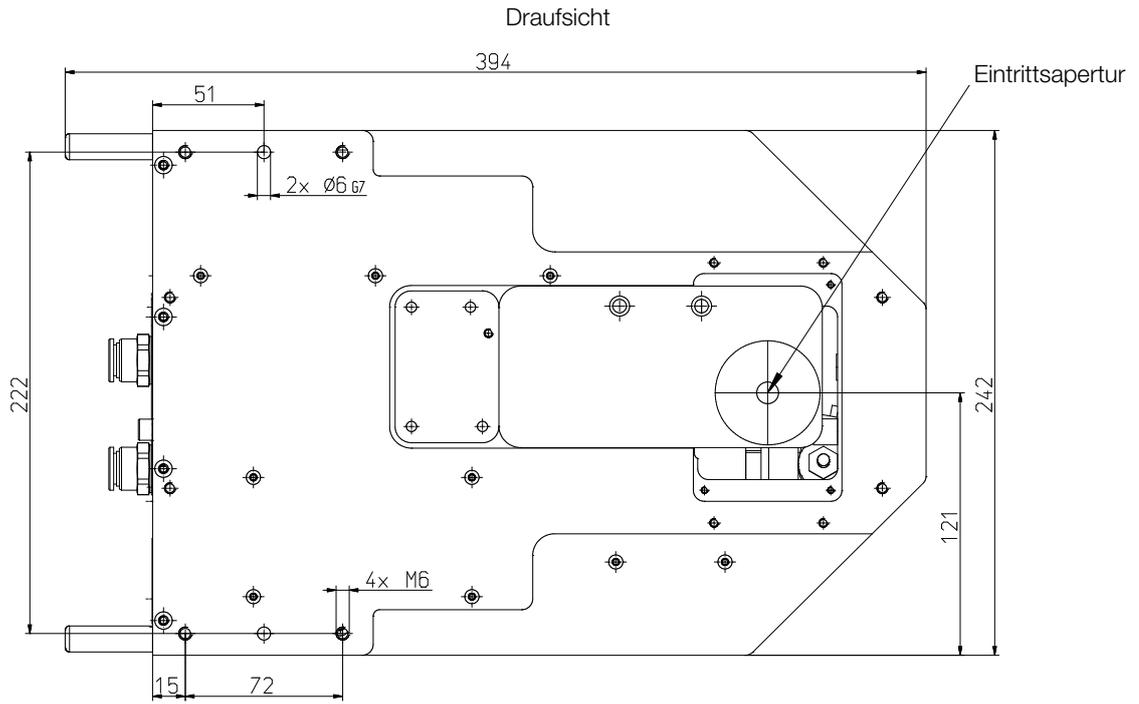
Messparameter		EC-PM
Leistungsbereich		0,2 – 10 kW
Bestrahlungszeit		Kontinuierlich (cw)
Wellenlängenbereich		450 nm, 515 – 532 nm, 800 – 1 100 nm, 10 600 nm
Max. Leistungsdichte bei Wellenlänge	450 nm, 515 – 532 nm	10 kW/cm <sup>2</sup>
	800 – 1 100 nm, 10 600 nm	15 kW/cm <sup>2</sup>
Geräteparameter		
Eintrittsapertur		48 mm
Min./max. Strahldurchmesser <sup>1)</sup>		14/24 mm
Max. Toleranz zum mittigen Strahleinfall <sup>1)</sup>		± 3 mm
Min. Divergenz Vollwinkel (konvergent) Max. Divergenz Vollwinkel (divergent) <sup>1)</sup>		– 50 mrad + 160 mrad
Max. Einfallswinkel senkrecht zur Eintrittsapertur <sup>1)</sup>		± 5°
Messgenauigkeit bei Wellenlänge	450 nm, 515 – 532 nm	± 2,5 %
	800 – 1 100 nm, 10 600 nm	± 2 %
Messgenauigkeit der elektronischen Kalibrierung		< 0,5 %
Reproduzierbarkeit		± 1 %
Zeitkonstante		15 s bis 99 % des Endwertes
<sup>1)</sup> Alle Spezifikationen gelten für die jeweils angegebenen Maximalwerte.		
Versorgungsdaten		
Elektrische Versorgung, AC	Länderspezifisches PRIMES Netzkabel	100-240 V, 50/60 Hz, 16 A 100-120 V, 50/60 Hz, 18 A
Kühlwasser	Schlauchdurchmesser	12 mm
	Min. Kühlwasserdurchfluss (Interlockschwelle)	4 l/min
	Max. Kühlwasserdurchfluss	12 l/min
	Min. Kühlwasserdruck	2 bar
	Max. Kühlwasserdruck	6 bar
	Kühlwassertemperatur Te	Taupunkttemperatur < Te < 30 °C
	Stabilität der Kühlwassertemperatur	< 1,0 K pro Minute oder 0,08 K pro 5 Sekunden
Druckluft zum automatischen Öffnen des Shut-ters	Schlauchdurchmesser	4 mm
	Min. Luftdruck	2 bar
	Max. Luftdruck	4 bar
	Reinheitsklasse	ISO 8573-1:2010 [7:4:4]

<b>Kommunikation</b>	<b>EC-PM</b>
Schnittstellen	RS485/USB/Interlock/Analog out
<b>Maße und Gewichte</b>	
Abmessungen (L x B x H) mit Handgriffen und Gerätefüße	394 x 242 x 205 mm
Gewicht (ca.)	16 kg
<b>Umgebungsbedingungen</b>	
Gebrauchstemperaturbereich	15 – 40 °C
Lagerungstemperaturbereich	5 – 50 °C
Referenztemperatur	22 °C
Zulässige relative Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)	10 – 80 %
PRIMES verfolgt eine kontinuierliche Produktverbesserung, die dazu führen kann, dass Spezifikationen ohne Vorankündigung optimiert werden.	

15 Abmessungen



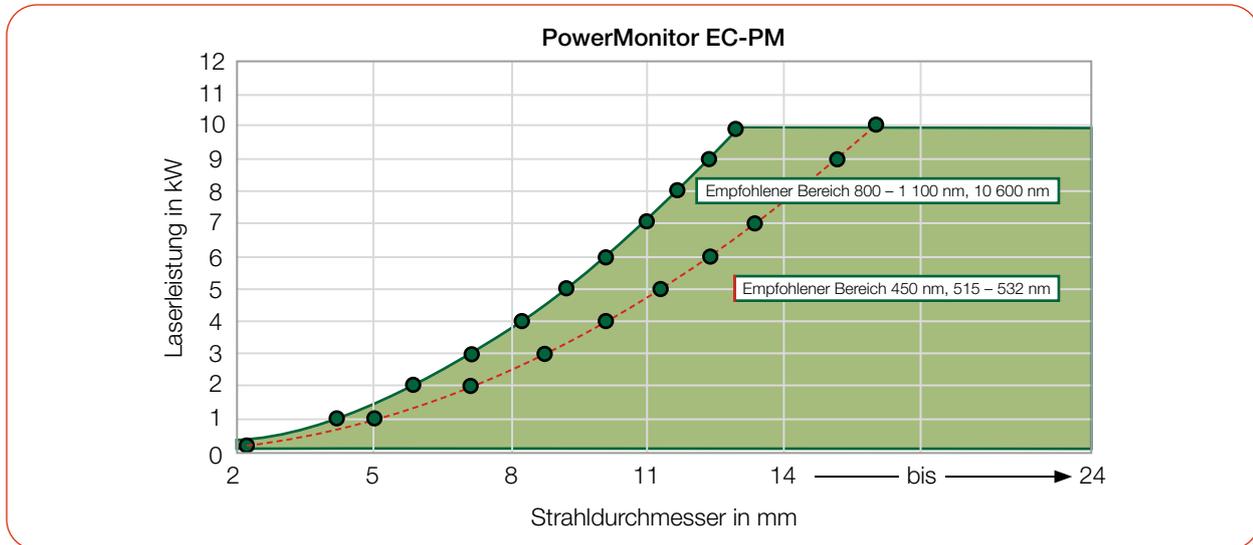
Maße in mm



Maße in mm

16 Anhang

A Diagramm der max. Laserleistung in Abhängigkeit vom Strahldurchmesser



B GNU GPL Lizenzhinweis

Die Software dieses Produktes enthält Quellcode, der unter der GNU General Public License (GPL) Version 2 oder später lizenziert ist.

Die Lizenzbestimmungen zur GNU GPL Version 2 oder später können unter folgenden Links eingesehen werden:

- <https://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.de.html>
- <https://www.gnu.org/licenses/licenses.de.html>

## C Betrieb des EC-PM mit dem PRIMES PanelDisplay

Die optionale Anzeige (PRIMES PanelDisplay, Bestell-Nr. 130-005-003) ermöglicht eine Anzeige der gemessenen Leistung ohne PC im Abstand von bis zu 20 m zum EC-PM. Ein D-Sub-Kabel mit 1,8 m Länge ist im Lieferumfang enthalten.

Die Spannungsversorgung des PanelDisplay erfolgt über den PRIMES Bus am EC-PM.

1. Verbinden Sie das PanelDisplay (vorder- oder rückseitig) über das 9-polige D-Sub-Kabel mit dem EC-PM.
2. Schließen Sie das PRIMES Netzkabel an den EC-PM an.

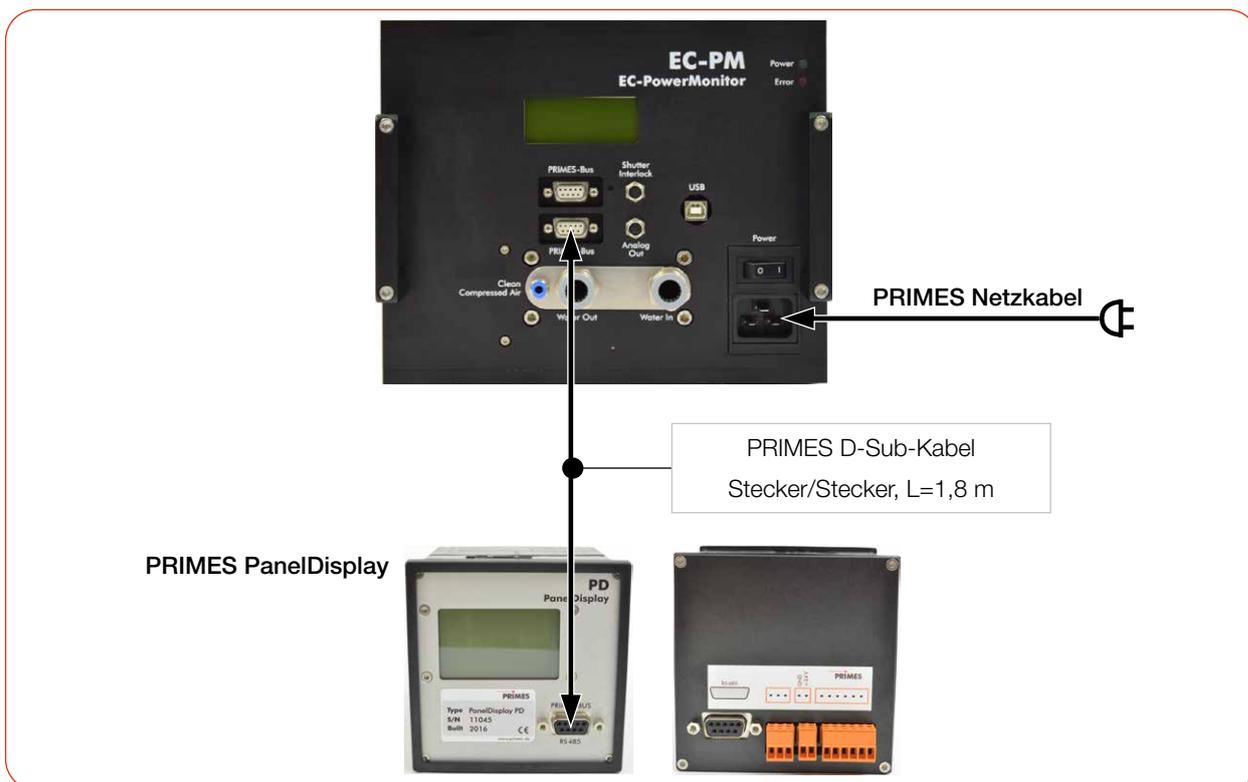
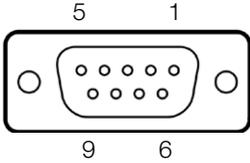


Abb. C.1: Anschluss des EC-PM an das PRIMES PanelDisplay

## C.1 Pinbelegung

Pinbelegung (Ansicht auf Buchse am Gerät)																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>Funktion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Masse</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>RS485 (+)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>+24 V</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Nicht belegt</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Nicht belegt</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Masse</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>RS485 (-)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>+24 V</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Nicht belegt</td> </tr> </tbody> </table>	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
	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. C.1: Pinbelegung der D-Sub-Buchse am PRIMES PanelDisplay

## C.2 Display

Das PRIMES PanelDisplay spiegelt die Anzeige des EC-PM und zeigt die folgenden Messwerte an:

Anzeige	Bedeutung
W	Laserleistung in W
Flow	Durchflussmenge des Kühlwassers in l/min
Te	Kühlwassertemperatur am Wasservorlauf (Water In) in °C
Td	Temperaturdifferenz zwischen Wasservorlauf (Water In) und Wasserrücklauf (Water Out) in Kelvin

4399 W

---

Flow: 10.8297  
 Te: 14.17 °C  
 Td: 9.124 K

Tab. C.2: Bedeutung der Abkürzungen im PRIMES PanelDisplay



Für den Betrieb mit der PowerMonitorSoftware PMS über einen PC müssen Sie die Betriebsart der Anzeige von „Aktiv“ auf „Passiv“ umstellen. Weitere Informationen finden Sie in der Betriebsanleitung PRIMES PanelDisplay im Kapitel Betriebsart.

## D Faseradapter

Für detaillierte Informationen zu den verfügbaren Faseradaptern wenden Sie sich bitte an PRIMES oder Ihren PRIMES Vertriebspartner.

Der Faseradapter verbindet den EC-PM mit einer Faser, so dass Leistungsmessungen am Faserende möglich sind. Die folgenden Faseradapter sind erhältlich:

Gerätetyp	Faseradaptertyp	Bestellnummer
EC-PM	Faseradapter für LLK-B	130-006-006
	Faseradapter für LLK-D	130-006-007
	Faseradapter für QBH	130-006-009

Tab. D.1: Faseradaptertypen

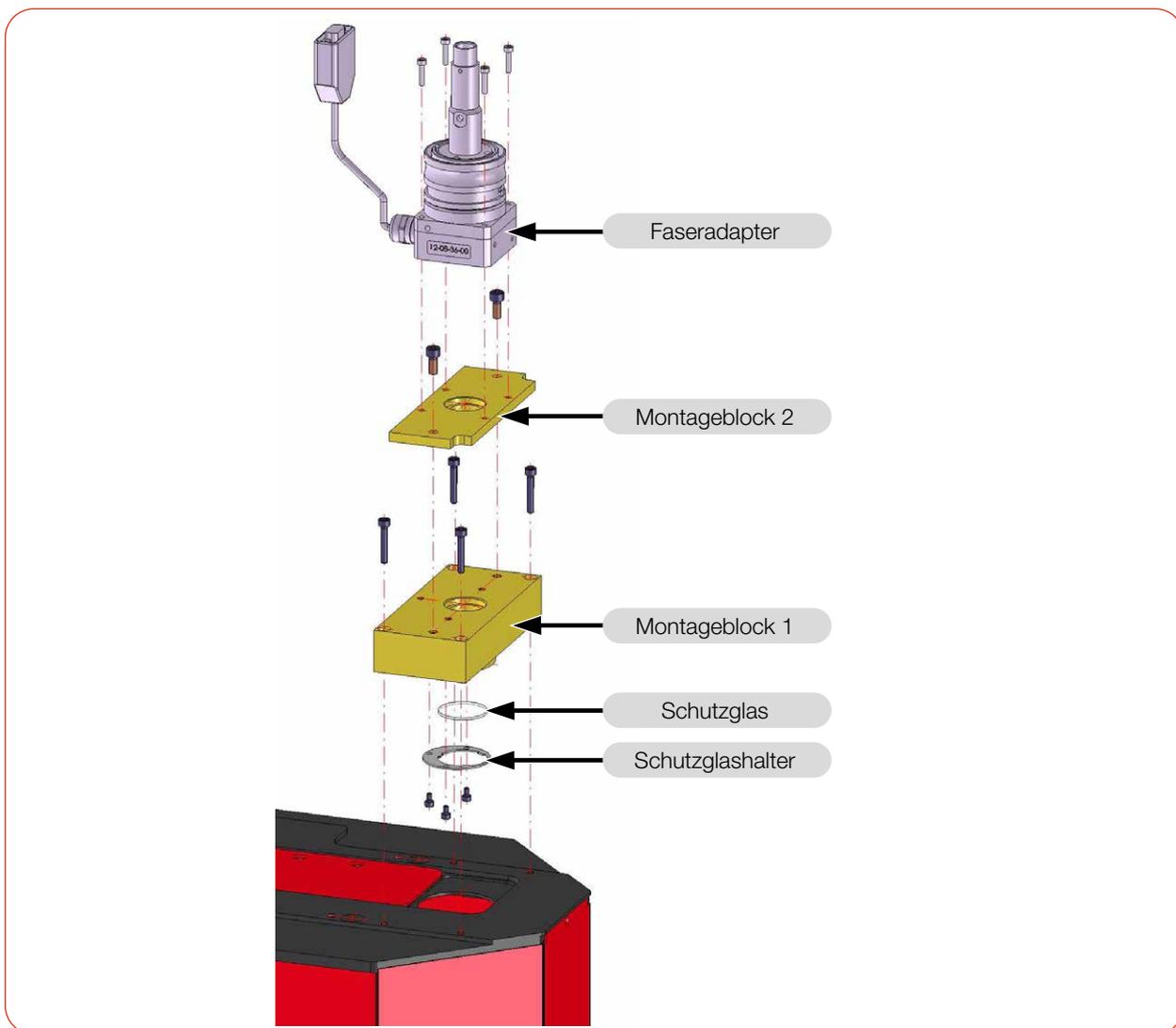


Abb. D.1: Faseradapter (am Beispiel des Faseradapters LLK-D)

## E Paralleler Betrieb des EC-PM mit einem FocusMonitor FM+

### E.1 Abstandshalter für den EC-PM Betrieb mit einem FocusMonitor FM+

Für die Montage des FM+ auf dem EC-PM stehen verschiedene Abstandshalter zur Verfügung.

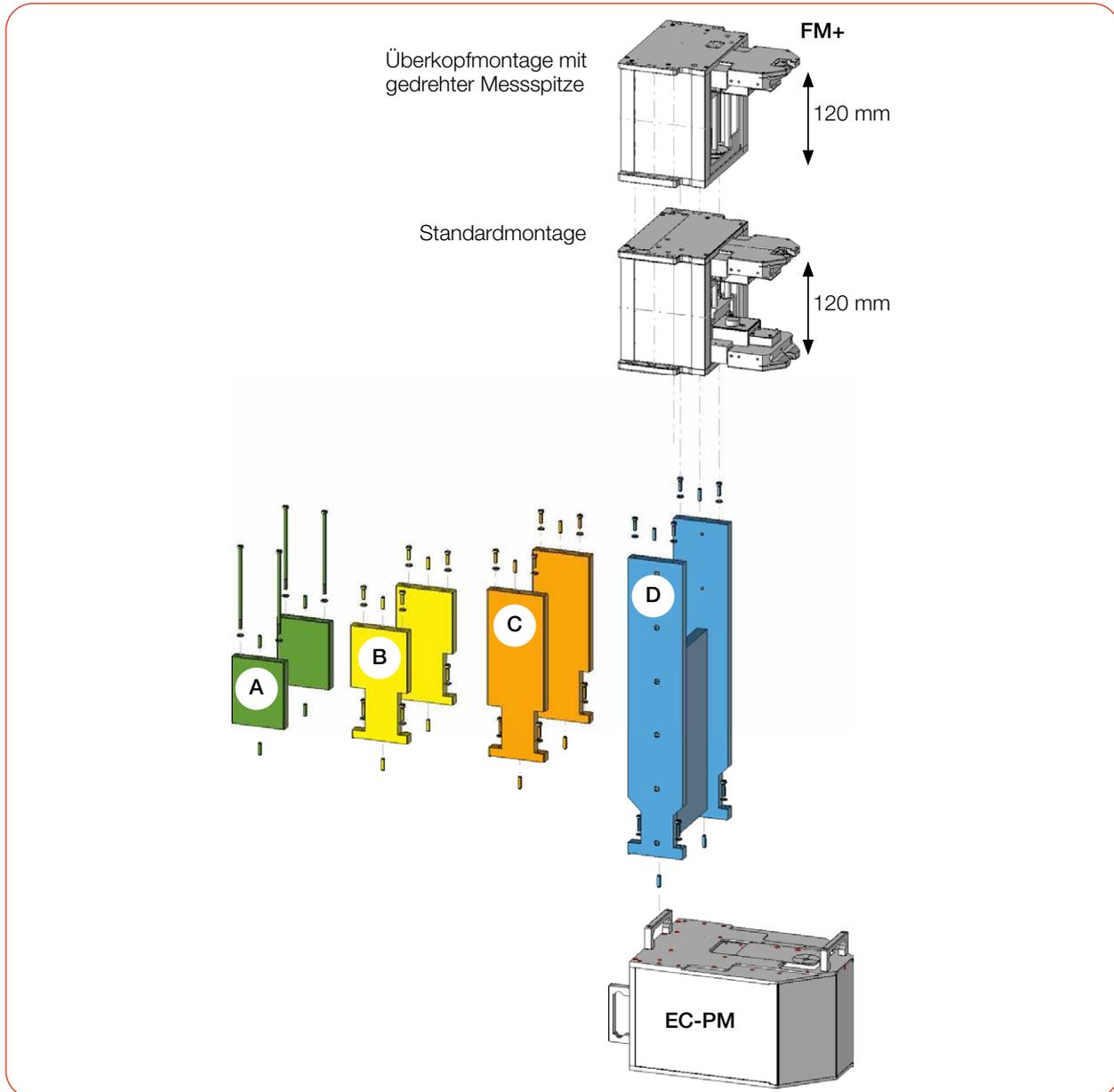
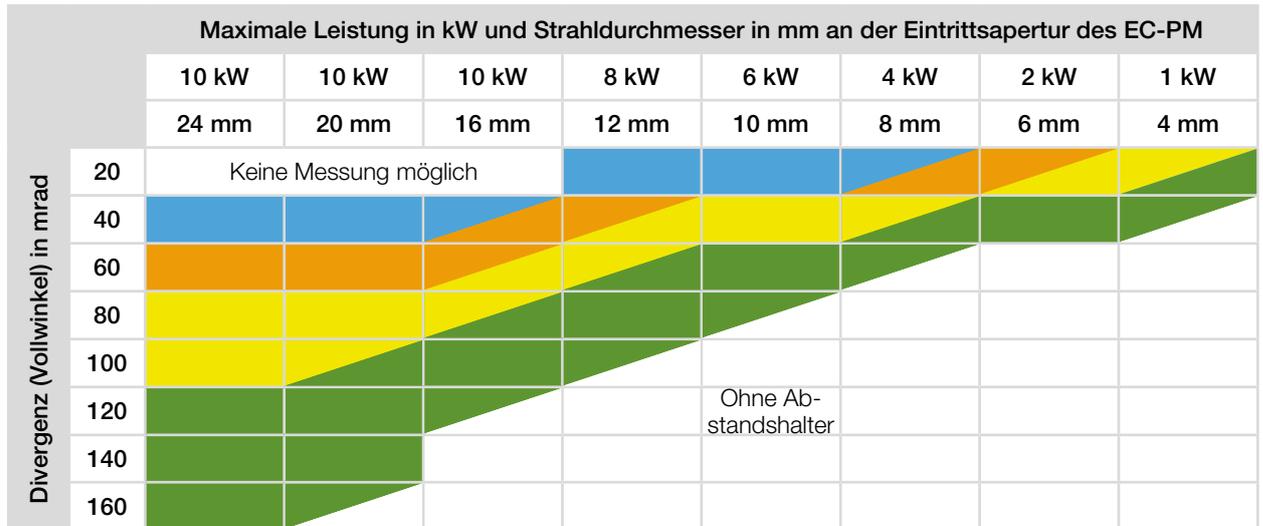


Abb. E.1: Abstandshaltertypen

Abstandshalter	Höhe in mm	Bestell-Nr.
A	123	130-006-001
B	208	130-006-003
C	308	130-006-015
D	548	130-006-010

Tab. E.1: Maße und Bestellnummern der Abstandshalter

## E.2 Auswahl der Abstandshalter für den EC-PM



In den Feldern mit diagonal, getrennten Farben können beide Abstandshalter in Abhängigkeit der Strahlparameter an der Eintrittsapertur des EC-PM verwendet werden.

Ohne	Abstandshalter A	Abstandshalter B	Abstandshalter C	Abstandshalter D
------	------------------	------------------	------------------	------------------

Tab. E.2: Auswahl der Abstandshalter für den EC-PM

### E.3 Übersicht der Gesamtbauhöhe

Die Abstandshalter können für den EC-PM verwendet werden.

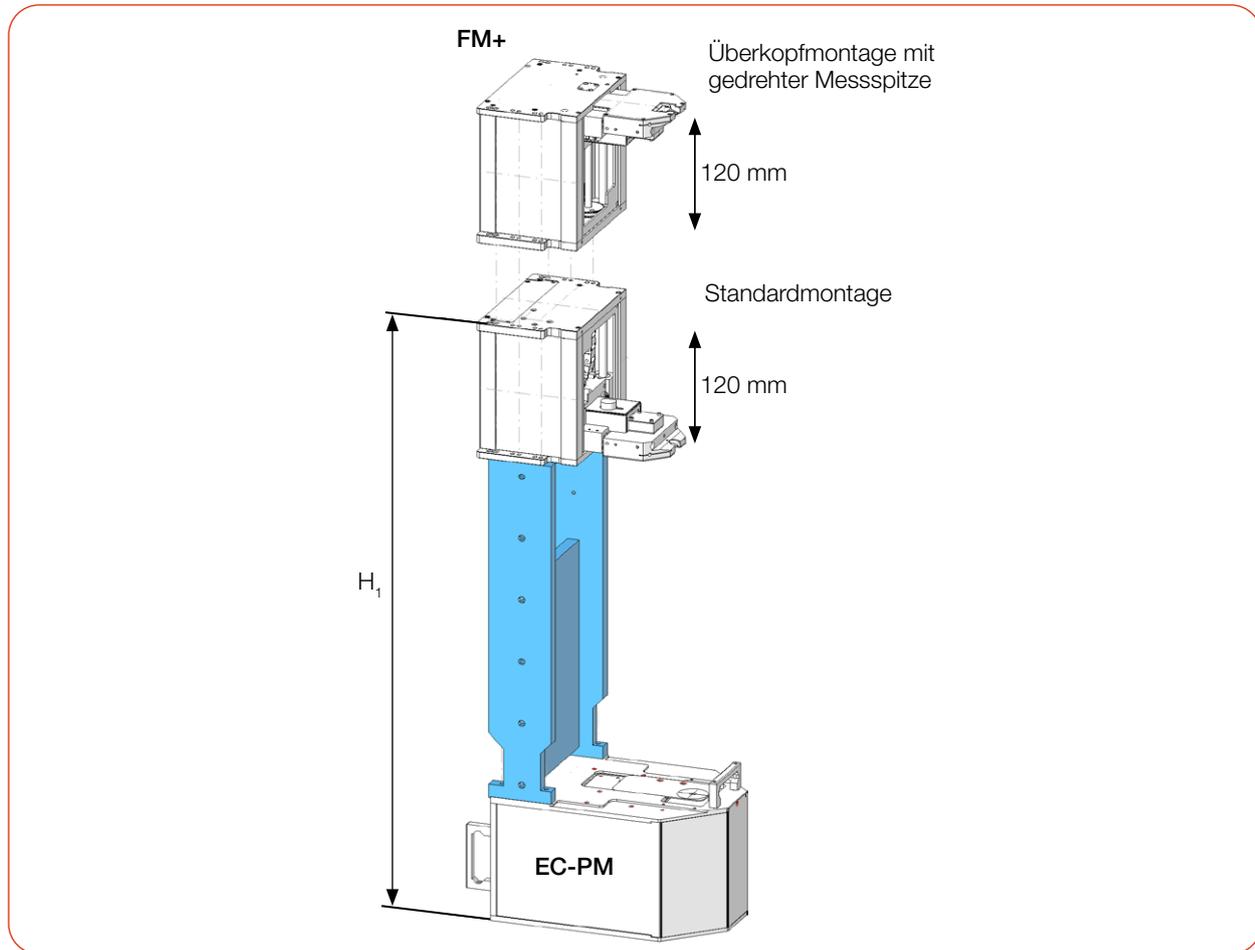


Abb. E.2: Übersicht der Gesamtbauhöhe

EC-PM mit FocusMonitor FM+	
Abstandshalter	H <sub>1</sub> in mm
A	541
B	626
C	726
D	966

Tab. E.3: Bauhöhen des FocusMonitor FM+ mit unterschiedlichen Abstandshaltern am EC-PM

In der Gesamtbauhöhe sind die demontierbaren Gerätefüße des EC PM mit eingerechnet (Gerätefußhöhe = 5 mm).

## E.4 Geräte anschließen

**HINWEIS****Beschädigung/Zerstörung des Gerätes**

Ein Verbinden oder Trennen der Buskabel bei angelegter Spannungsversorgung führt zu Spannungsspitzen, welche die Kommunikationsbausteine des Gerätes zerstören können.

- ▶ Stellen Sie sämtliche Verbindungen nur bei ausgeschalteter Spannungsversorgung her.

1. Schließen Sie den FM+ über Ethernet an den PC an.
2. Verbinden Sie über die RS485-Schnittstellen (PRIMES Bus) den EC-PM mit dem FM+.  
Das Signal des EC-PM wird durch den FM+ über dessen Ethernet-Schnittstelle an den PC weitergeleitet.
3. Schließen Sie das PRIMES Netzteil an den FM+ an.
4. Schließen Sie das PRIMES Netzkabel an den EC-PM an.

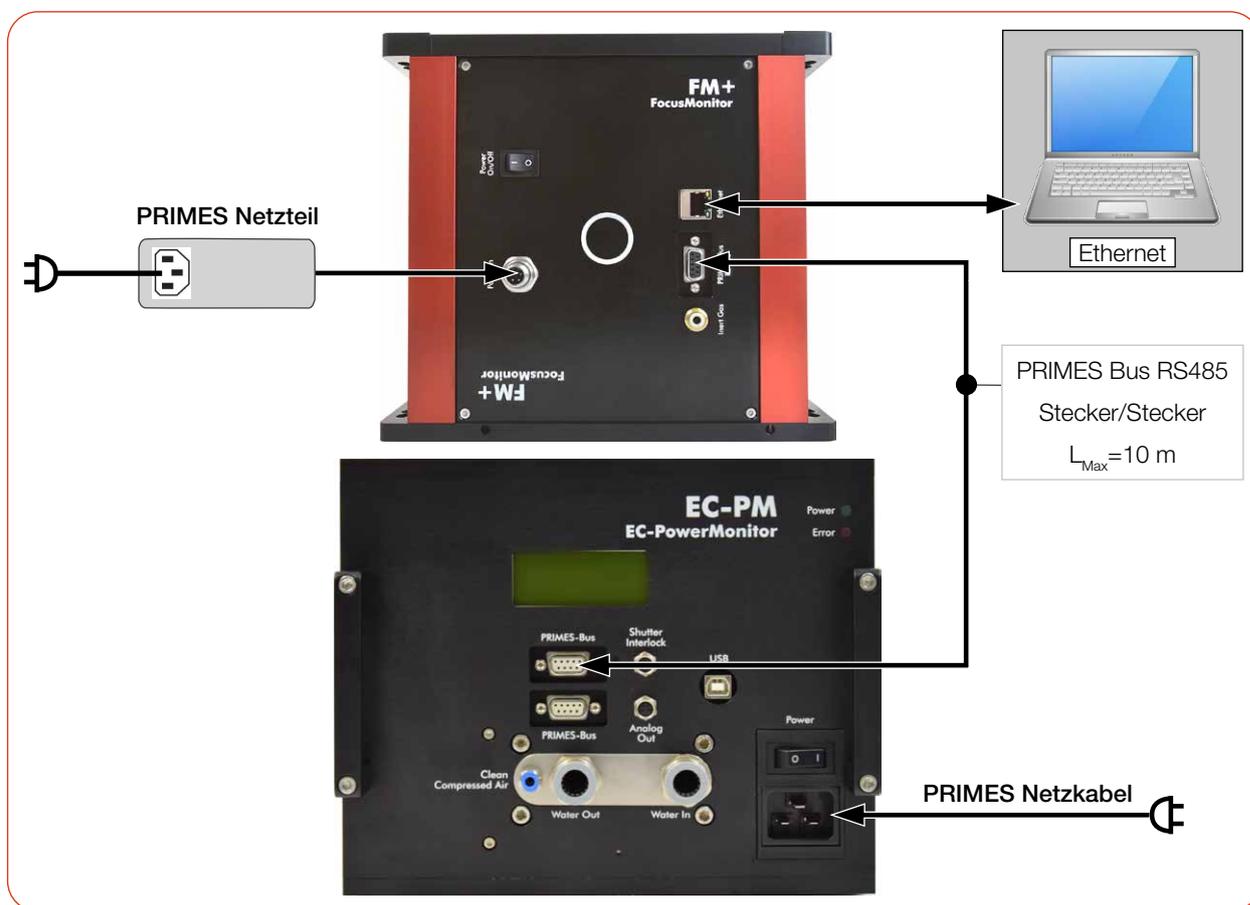


Abb. E.3: Anschluss des FocusMonitor FM+ mit dem EC-PM

