

## Originalbetriebsanleitung



## PowerMeasuringModule PMM

PMM AP3sM

Hardware- und Software Interfaces

PROFINET® | EtherCAT®



**WICHTIG!**

**VOR DEM GEBRAUCH SORGFÄLTIG LESEN.**

**ZUR SPÄTEREN VERWENDUNG AUFBEWAHREN.**

**Inhaltsverzeichnis**

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Grundlegende Sicherheitshinweise</b>                           | <b>8</b>  |
| <b>2</b> | <b>Symbole und Konventionen</b>                                   | <b>10</b> |
| <b>3</b> | <b>Über diese Betriebsanleitung</b>                               | <b>11</b> |
| <b>4</b> | <b>Gerätebeschreibung</b>   | <b>12</b> |
| 4.1      | Funktionsbeschreibung .....                                       | 12        |
| 4.2      | Messprinzip.....  | 12        |
| 4.3      | Erläuterung der Produktsicherheitslabel.....                      | 13        |
| 4.3.1    | Warnung vor Handverletzungen / Schäden am Gerät.....              | 13        |
| 4.3.2    | Warnung vor intern verbundenen Stromanschlüssen .....             | 13        |
| 4.4      | Lieferumfang und optionales Zubehör .....                         | 14        |
| <b>5</b> | <b>Transport und Lagerung</b>                                     | <b>14</b> |
| <b>6</b> | <b>Montage</b>  | <b>14</b> |
| 6.1      | Bedingungen am Einbauort.....                                     | 14        |
| 6.2      | Einbau in die Laseranlage.....                                    | 15        |
| 6.2.1    | Montage vorbereiten .....   | 15        |
| 6.2.2    | Mögliche Einbaulagen .....  | 15        |
| 6.2.3    | Gerät ausrichten .....  | 16        |
| 6.2.4    | Gerät montieren.....  | 18        |
| 6.3      | Ausbau aus der Laseranlage .....                                  | 19        |
| <b>7</b> | <b>Anschlüsse</b>   | <b>19</b> |
| 7.1      | Schnittstellenübersicht .....                                     | 19        |
| 7.2      | PROFINET® / PROFINET® LWL.....                                    | 20        |
| 7.2.1    | Steckverbinder.....   | 20        |
| 7.2.2    | Pinbelegung Datenstecker XF1 / XF2.....                           | 21        |
| 7.2.3    | Pinbelegung Spannungsversorgung XD1 / XD2 .....                   | 21        |
| 7.2.4    | Status-LEDs .....   | 21        |
| 7.3      | EtherCAT® .....   | 22        |
| 7.3.1    | Steckverbinder.....   | 22        |
| 7.3.2    | Pinbelegung Datenstecker XF1 / XF2.....                           | 22        |
| 7.3.3    | Pinbelegung Spannungsversorgung XD1 / XD2 .....                   | 23        |
| 7.3.4    | Status-LEDs .....   | 23        |
| <b>8</b> | <b>Einstellen der Laserparameter</b>                              | <b>25</b> |
| 8.1      | Einstellen der Laseranstiegszeit.....                             | 25        |
| 8.2      | Maximal zulässige Leistungsdichte.....                            | 26        |
| 8.3      | Minimaler und maximaler Energieeintrag pro Messung .....          | 27        |
| 8.4      | Anzahl der Messzyklen (Serienmessungen) .....                     | 28        |
| 8.5      | Wartezeiten bis zur nächsten Messung in einer Serienmessung ..... | 29        |
| 8.6      | Berechnung der Bestrahlungszeit.....                              | 29        |
| 8.7      | Messung mit gepulsten Lasern .....                                | 30        |
| <b>9</b> | <b>Messen</b>   | <b>31</b> |
| 9.1      | Warnhinweise.....   | 31        |
| 9.2      | Allgemeines Ablaufdiagramm einer PMM-Messung .....                | 32        |
| 9.3      | SPS-Steuerprogrammablauf des PMM.....                             | 34        |
| 9.4      | Interne Zustände.....   | 34        |
| 9.5      | Verschlusszustände .....  | 35        |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 10     | Details des Messablaufes                               | 36 |
| 10.1   | Messbereitschaft herstellen                            | 36 |
| 10.1.1 | Öffnen des Verschlusses                                | 36 |
| 10.1.2 | Bestimmung der Bestrahlungszeit                        | 36 |
| 10.2   | Messung durchführen                                    | 37 |
| 10.3   | Messung auswerten                                      | 38 |
| 10.4   | Zeitoptimierter Messablauf                             | 38 |
| 11     | Programmiermodell                                      | 39 |
| 11.1   | Registerbelegung                                       | 39 |
| 11.2   | Konfigurationsdaten                                    | 40 |
| 11.3   | Variablen  | 41 |
| 11.4   | Statusinformationen                                    | 41 |
| 11.5   | Befehle  | 42 |
| 12     | Einbindung im PROFINET®                                | 43 |
| 13     | Einbindung im EtherCAT®                                | 44 |
| 13.1   | PMM im Gerätebaum einbinden                            | 44 |
| 13.2   | Prozessdatenmapping                                    | 45 |
| 14     | Wartung und Inspektion                                 | 49 |
| 14.1   | Wartungsintervalle                                     | 49 |
| 14.2   | Reinigung  | 49 |
| 14.2.1 | Geräteoberflächen reinigen                             | 49 |
| 14.2.2 | Schutzglas reinigen                                    | 49 |
| 14.3   | Schutzglas wechseln                                    | 49 |
| 14.3.1 | Warnhinweise   | 50 |
| 14.3.2 | Wechselkassette austauschen                            | 51 |
| 14.3.3 | Schutzglas der Wechselkassette austauschen             | 52 |
| 15     | Maßnahmen zur Produktentsorgung                        | 53 |
| 16     | Einbauerklärung für unvollständige Maschinen           | 54 |
| 17     | Herstellereklärung                                     | 55 |
| 18     | Technische Daten                                       | 56 |
| 19     | Abmessungen  | 58 |
| 20     | Anhang   | 60 |
| A      | Add-On Instruction der Steuerungssoftware RSLogix 5000 | 60 |



## 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 Infrarot bis nahe 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 Sie alle Angaben, Anweisungen, Sicherheits- und Warnhinweise in dieser Betriebsanleitung beachten. Es gelten die in Kapitel 18 „Technische Daten“ auf Seite 56 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 als auch Maschinensicherheit und halten Sie deren Vorgaben ein.

Vor der Inbetriebnahme muss sichergestellt sein, dass die gesamte Maschine, in die das Gerät eingebaut ist, diesen Sicherheitsanforderungen entspricht. Ansonsten ist die Inbetriebnahme des Geräts untersagt.

### 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.
- 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 Geräts 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.

#### ACHTUNG

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!



Hineinfassen verboten!



Allgemeines Warnzeichen



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 des PowerMeasuringModule PMM AP3sM und das Einbinden des Gerätes in die Anlage über das jeweilige Feldbussystem.

## 4 Gerätebeschreibung

### 4.1 Funktionsbeschreibung

Mit dem PMM wird die Laserleistung gemessen. Der Laserstrahl trifft nach dem Öffnen des Verschlusses auf den Absorber und eine Photodiode. Der Absorber und die Photodiode werden durch das Schutzglas vor Verschmutzung geschützt. Der Verschluss und die Abdeckkappen an den Anschlüssen schützen den PMM vor Verschmutzung. Somit kann das PMM direkt in der Produktionsumgebung in der Prozesszone eingesetzt werden.

Das PMM arbeitet ohne Kühlwasser und Druckluft. Der Absorber kühlt allein über die Wärmeleitung an die Umgebungsluft ab.

Dank der Verfügbarkeit verschiedener Feldbuschnittstellen kann das PMM in nahezu jede bestehende Maschine integriert werden. Die Messergebnisse werden direkt an die SPS übertragen. Prozessfenster sowie Warn- und Grenzwerte können individuell an die Anwendung angepasst werden. Darauf aufbauend gibt das System eine Rückmeldung an den Bediener.

Das PMM ist mit einer Wechselkassette ausgestattet, bei der das Schutzglas in einer Kassette eingefasst ist. Die Wechselkassette kann ohne Werkzeug schnell ausgetauscht werden (siehe Kapitel 14.3.2 auf Seite 51).

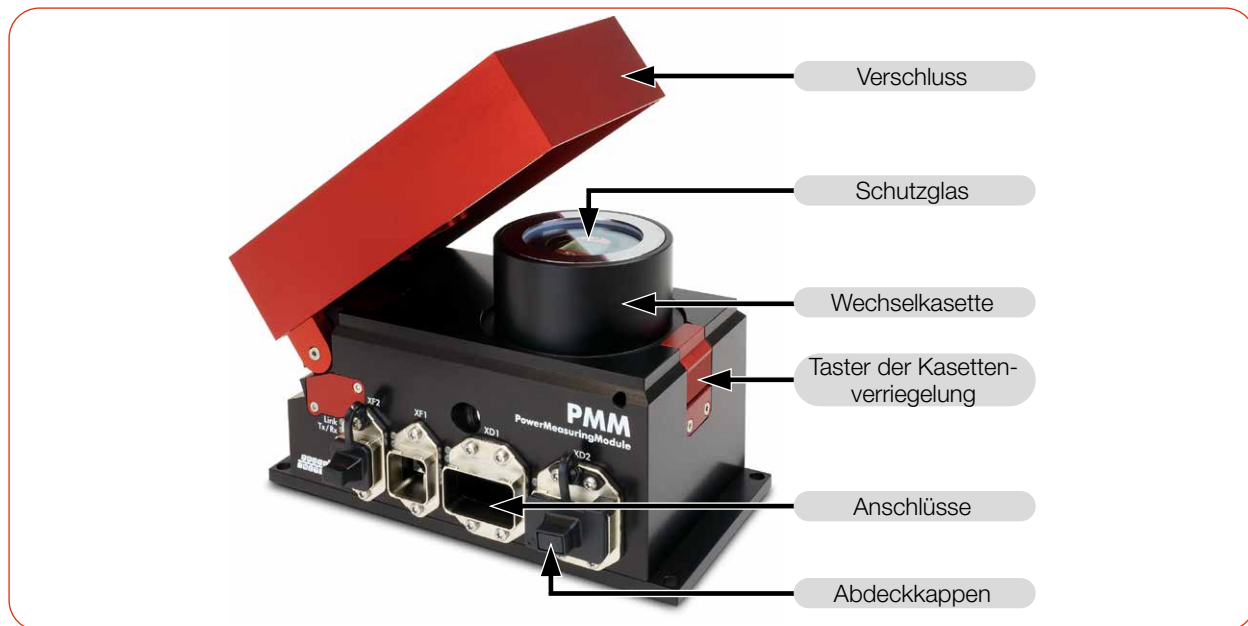


Abb. 4.1: PMM mit offenem Verschluss

### 4.2 Messprinzip

Das PMM bietet eine schnelle, passiv gekühlte Leistungsmessung nach dem kalorimetrischen Messprinzip.

Der Absorber des Messgerätes wird für kurze Zeit mit dem Laser bestrahlt. Über den Temperaturanstieg des Absorbers wird die eingestrahelte Energie ermittelt.

Die Photodiode bestimmt gleichzeitig die Lasereinschaltdauer. Die hochfrequente Abtastrate der Photodiode ermöglicht die Einzelpulsdetektion für Pulse ab 50 µs.

So kann neben der mittleren Leistung auch die Spitzenleistung berechnet werden. Im zweiten Schritt wird die tatsächliche Laserleistung aus der eingestrahelten Energie geteilt durch die Lasereinschaltdauer errechnet.

### 4.3 Erläuterung der Produktsicherheitslabel

Auf dem Gerät sind mögliche Gefahrenstellen mit den Symbolen „Hineinfassen verboten“ und „Allgemeines Warnzeichen“ gekennzeichnet.

#### 4.3.1 Warnung vor Handverletzungen / Schäden am Gerät

##### Hineinfassen verboten

Unter der Wechselkassette liegt eine Öffnung mit dem Absorber. Das Berühren des heißen Absorbers kann zu schweren Verbrennungen führen. Das Berühren des Absorbers kann an den Berührungspunkten zu Einbränden durch die Laserstrahlung führen. Einbrände führen zu Schäden am Absorber und erhöhen die Streustrahlung. Fassen Sie nicht in die Öffnung.

##### Allgemeines Warnzeichen

Das Schutzglas ist nach einer Messung heiß! Wechseln Sie das Schutzglas nicht direkt nach einer Messung. Lassen Sie das Gerät eine angemessene Zeit abkühlen.

Verschmutzungen und Fingerabdrücke am Schutzglas können im Messbetrieb zur Beschädigung oder zum Zerspringen bzw. Splintern des Schutzglases führen. Tragen Sie beim Schutzglaswechsel geeignete Handschuhe.

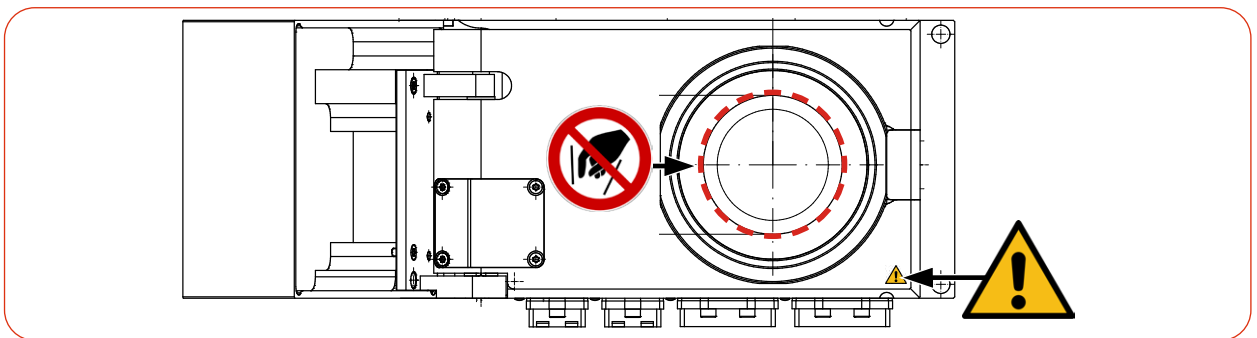


Abb. 4.2: Produktsicherheitslabels „Hineinfassen verboten“ und „Allgemeines Warnzeichen“

#### 4.3.2 Warnung vor intern verbundenen Stromanschlüssen

Das Produktsicherheitslabel „Allgemeines Warnzeichen“ weist darauf hin, dass die Stromanschlüsse intern 1:1 verbunden sind. Bitte beachten Sie die Angaben zur Pinbelegung dieser zwei Benutzerschnittstellen im Kapitel 7 „Anschlüsse“ auf Seite 19.

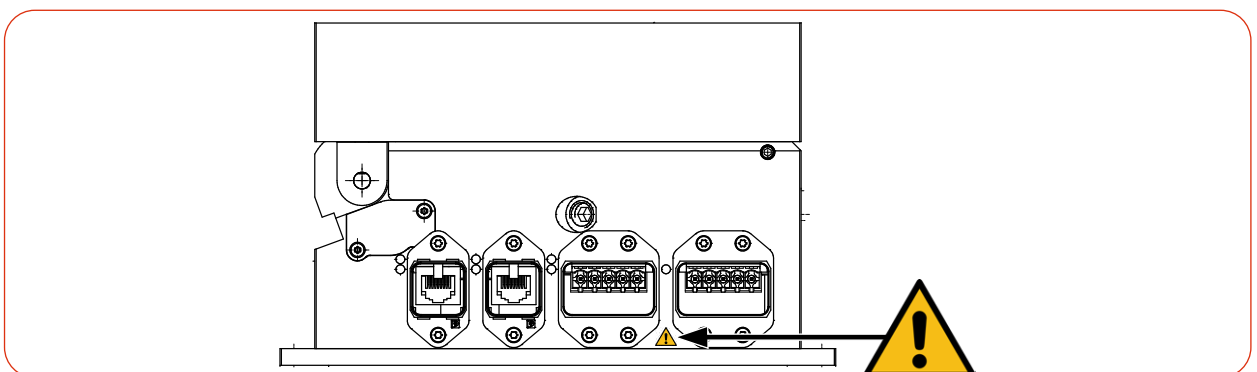


Abb. 4.3: Produktsicherheitslabels „Allgemeines Warnzeichen“

#### 4.4 Lieferumfang und optionales Zubehör

Folgende Teile sind im Lieferumfang enthalten:

- PowerMeasuringModule PMM AP3sM
- USB-Stick (PDF der Betriebsanleitungen, Software, Einbindungsdateien \*.gsd und \*.gsdml, etc.)
- Betriebsanleitung PMM

## 5 Transport und Lagerung

### **ACHTUNG**

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

Durch harte Stöße kann der Absorber im Gerät beschädigt werden.

- ▶ Handhaben Sie das Gerät bei Transport und Montage vorsichtig.
- ▶ Um Verunreinigungen zu vermeiden, verpacken Sie das Gerät zum Versand in einer geeigneten Kunststoffolie oder -tüte.

## 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.

### ACHTUNG

#### Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Während des Betriebs wird der Verschluss des Gerätes vollständig geöffnet. Hindernisse im Verfahrensweg des Verschlusses können das Gerät beschädigen.

- ▶ Prüfen Sie vor dem Einbau des Gerätes, dass eine Kollision des Verschlusses mit der Laseranlage ausgeschlossen ist. Eine bemaßte Ansicht des Schwenkbereichs finden sie im Kapitel „19 Abmessungen“ auf Seite 58.

3. Prüfen Sie vor der Montage die Platzverhältnisse, insbesondere den benötigten Freiraum für die Anschlusskabel und den Verschluss.

### 6.2.2 Mögliche Einbaulagen

Das PMM kann sowohl waagrecht als auch senkrecht montiert werden. Wegen der Verschmutzungsgefahr wird eine senkrechte Montage gemäß Abb. 6.1 auf Seite 15 empfohlen. Verschließen Sie nicht belegte Anschlüsse mit den Abdeckkappen.

Eine Einbaulage „über Kopf“ sollte vermieden werden, weil dann der Verschluss nicht dicht schließt.

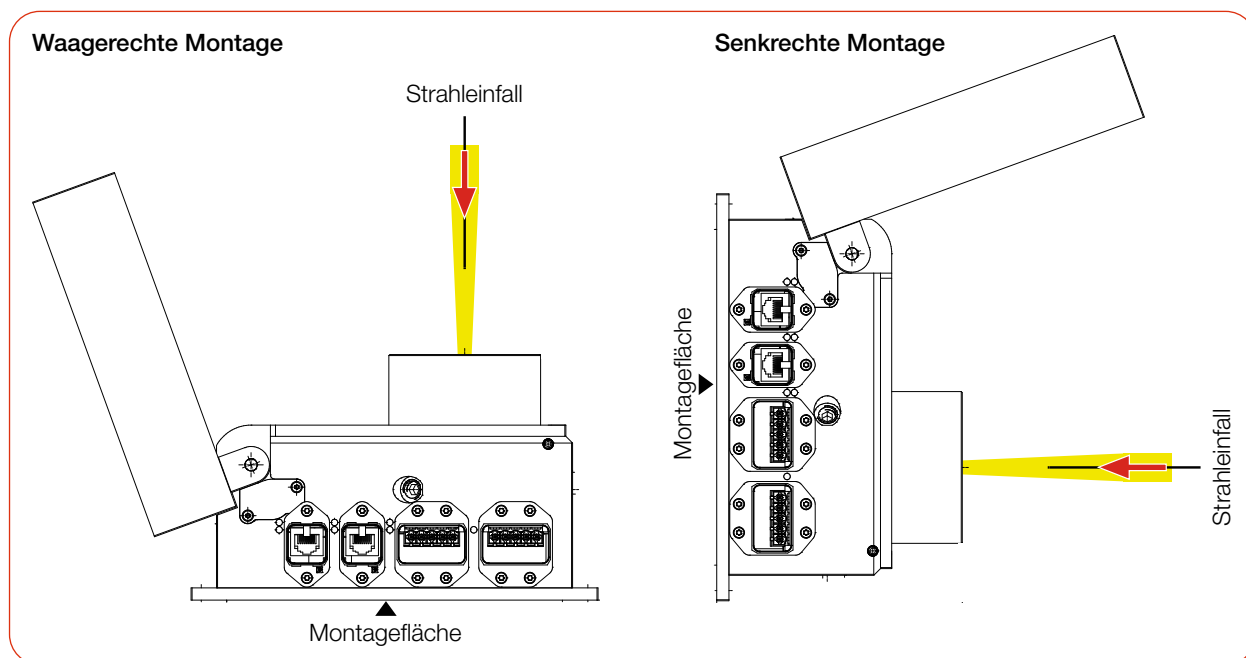


Abb. 6.1: Mögliche Einbaulagen

## 6.2.3 Gerät ausrichten

Das Gerät muss zum Laserstrahl ausgerichtet werden. Der Laserstrahl muss die Eintrittsapertur mittig treffen. Hierbei sind die im Kapitel 18 „Technische Daten“ auf Seite 56 angegebenen Spezifikationen und Grenzwerte einzuhalten.

Mit einem Pilotlaser und dem Fadenkreuz auf dem Verschluss wird das Gerät mittig ausgerichtet.

### Einsatz des Gerätes mit der Fokusebene auf der Geräteunterkante

Die Fokusebene des Laserstrahls sollte auf der Unterkante des Gerätes liegen. Der Laserstrahl soll konvergent sein (siehe Abb. 6.2 auf Seite 16).

### Einsatz des Gerätes mit der Fokusebene oberhalb der Geräteunterkante

Alternativ kann das Gerät mit der Fokusebene oberhalb der Geräteunterkante eingesetzt werden. Der Strahleintritt des Geräts kann sich im konvergenten oder divergenten Bereich des Laserstrahls befinden (siehe Abb. 6.3 auf Seite 17).

#### Beachten Sie:

- den Strahldurchmesser von 4 – 8 mm am Strahleintritt
- die max. zulässige Leistungsdichte von 150 kW/cm<sup>2</sup> am Strahleintritt
- die max. zulässige Strahldivergenz (Vollwinkel) bei einem Einfallswinkel von 0° von typ. 50 mrad; max. 200 mrad
- die max. zulässige Strahldivergenz (Vollwinkel) bei einem Einfallswinkel bis 5° von 50 mrad

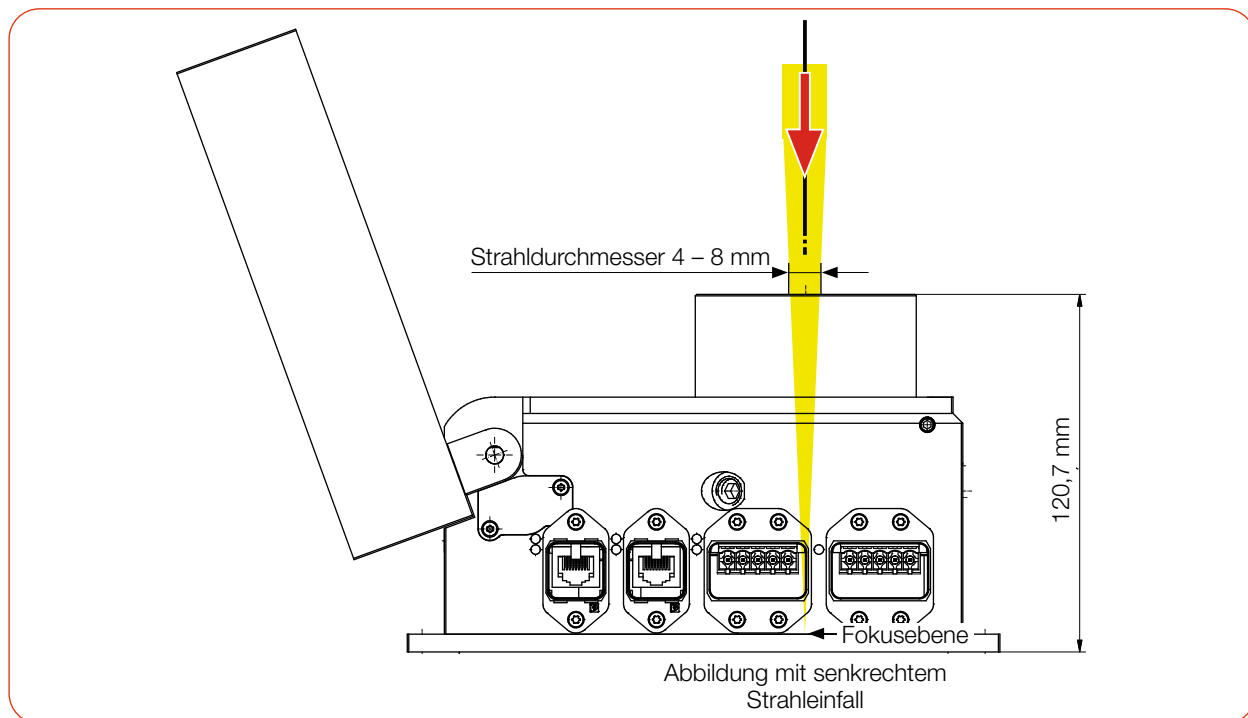


Abb. 6.2: Ausrichtung zum Laserstrahl mit der Fokusebene auf der Geräteunterkante



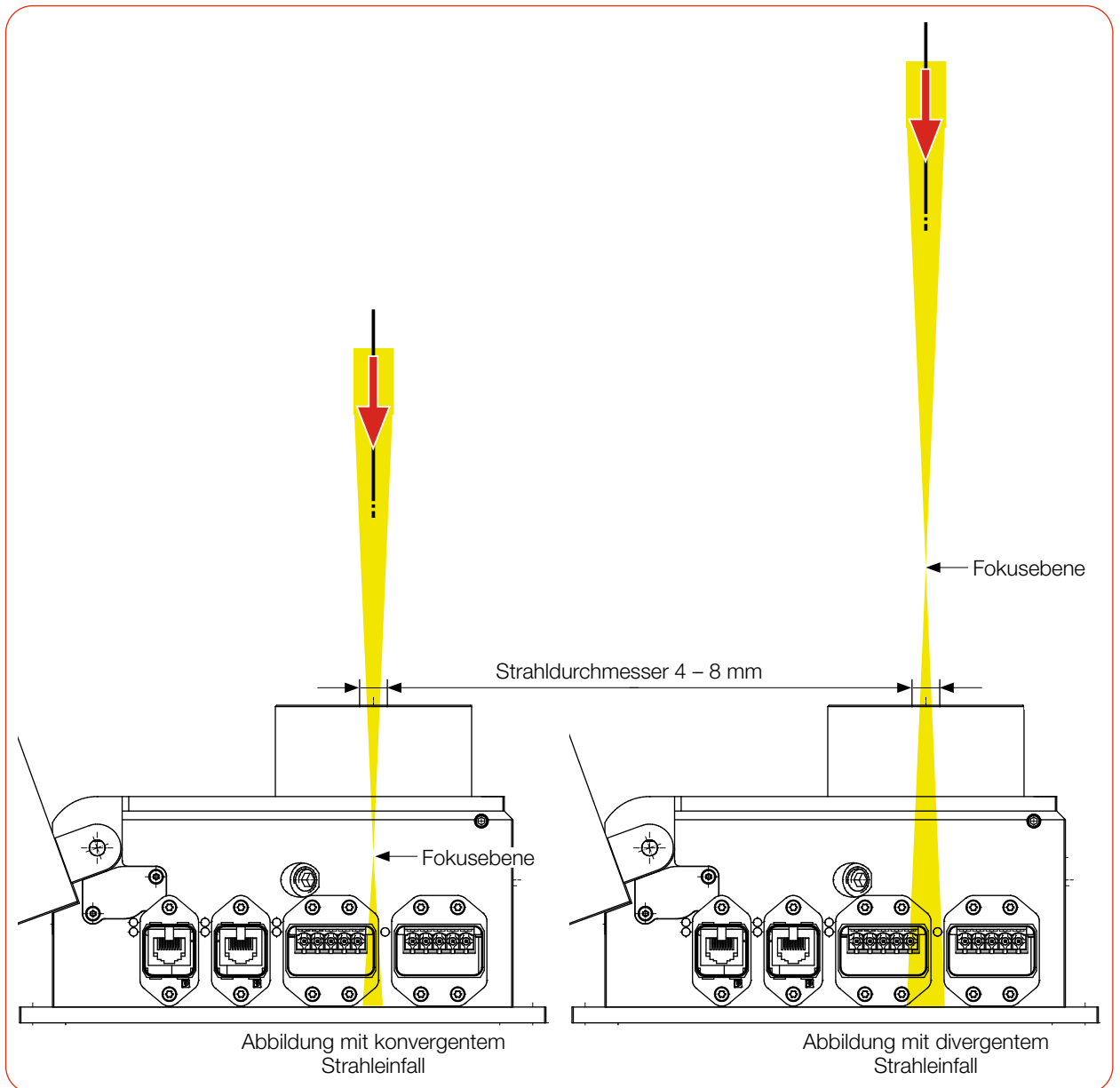


Abb. 6.3: Ausrichtung zum Laserstrahl mit der Fokusebene oberhalb der Geräteunterkante

## 6.2.4 Gerät montieren

Im Boden des Gehäuses befinden sich vier Bohrungen  $\varnothing 6,6$  mm für die Montage auf einer kundenseitigen Halterung.

1. Montieren Sie das PMM gemäß Abb. 6.4 auf Seite 18 mit vier Schrauben M6.  
Die Gesamtlänge der Schrauben ist von den Dimensionen der kundenseitigen Halterung abhängig.  
Empfohlen werden Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 und ein Anziehdrehmoment von 35 N·m.



### 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.

### ACHTUNG

#### Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Verschmutzungen und Fingerabdrücke am Schutzglas können im Messbetrieb zur Beschädigung oder zum Zerspringen bzw. Splintern des Schutzglases führen.

- ▶ Berühren Sie das Schutzglas nicht mit bloßen Händen.
- ▶ Prüfen Sie den Zustand des Schutzglases regelmäßig. Das Schutzglas kann gereinigt oder bei starker, nicht entfernbare Verschmutzung ausgetauscht werden (siehe Kapitel 14 „Wartung und Inspektion“ auf Seite 49).
- ▶ Betreiben Sie das Gerät nur mit einem sauberen Schutzglas.

2. Prüfen Sie den sicheren Sitz des Gerätes. Das Gerät darf sich nicht mehr bewegen lassen.
3. Prüfen Sie nach der Montage des Gerätes, dass eine Kollision des Verschlusses mit der Laseranlage ausgeschlossen ist.  
Eine bemaßte Ansicht des Schwenkbereichs finden sie im Kapitel 19 „Abmessungen“ auf Seite 58.



Bitte beachten Sie insbesondere bei Messabläufen mit hohen Messzyklen (siehe Kapitel 8.4 auf Seite 28) auf eine gute Wärmeleitfähigkeit der kundenseitigen Montagefläche, um eine schnelle Wärmeabgabe zu gewährleisten.

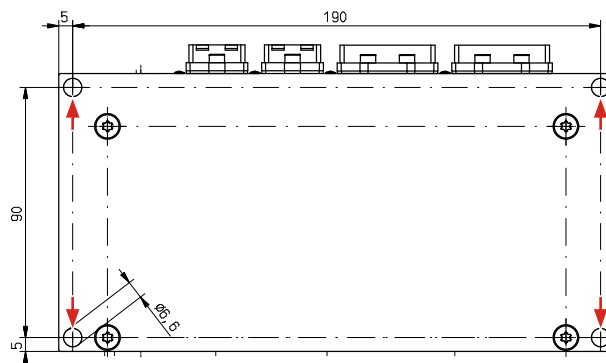


Abb. 6.4: Befestigungsbohrungen, Ansicht von unten (Maße in mm)

### 6.3 Ausbau aus der Laseranlage

1. Schalten Sie den Laserstrahl aus.
2. Stellen Sie sicher, dass alle bewegliche Teile, z. B. Roboterarme, etc. im Stillstand sind und dass diese nicht unbeabsichtigt in Bewegung gebracht werden können.
3. Schließen Sie den Verschluss.
4. Schalten Sie die Spannungsversorgung aus.
5. Schrauben Sie die Befestigungsschrauben aus den Gewindebohrungen heraus.
6. Trennen Sie die elektrischen Verbindungen.
7. Nehmen Sie das Gerät aus der Laseranlage.
8. Um Verunreinigungen zu vermeiden, verpacken Sie das Gerät zum Versand in einer geeigneten Kunststoffolie oder -tüte.

## 7 Anschlüsse

### 7.1 Schnittstellenübersicht

| Schnittstelle   | Schnittstellenanzahl |  |
|---|----------------------|--|
|   | Daten                | Spannungsversorgung 24 V; max. 1 A Stromaufnahme |
| PROFINET®   | 2                    | 2  |
| PROFINET® LWL   | 2                    | 2  |
| EtherCAT®   | 2                    | 2  |
| Die Busschnittstelle und die Spannungsversorgung sind doppelt ausgeführt, so dass das PMM in eine Linienstruktur eingefügt werden kann. |                      |  |

Tab. 7.1: Schnittstellenübersicht

7.2 PROFINET® / PROFINET® LWL

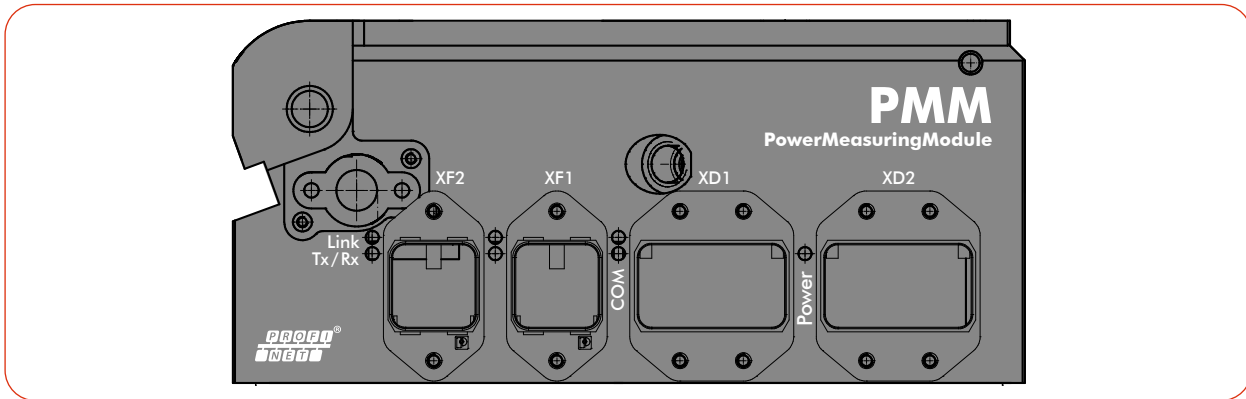


Abb. 7.1: Anschlussfeld des PMM PROFINET®

Damit das PMM in eine Linienstruktur eingefügt werden kann, sind das Businterface und die Spannungsversorgung doppelt ausgeführt.

7.2.1 Steckverbinder

PROFINET®

| Anbaurahmen / Steckverbinder        | Bezeichnung  |
|-------------------------------------|--|
| Anbaurahmen für RJ45-Steckverbinder | PHOENIX CONTACT VS-PPC-F1-RJ45-MNNA-1R-PHA – 1608029         |
| Passender RJ45-Steckverbinder       | z. B.: PHOENIX CONTACT VS-PPC-C1-RJ45-MNNA-PG9-8Q5 – 1608016 |
| Anbaurahmen für MSTB Steckverbinder | PHOENIX CONTACT VS-PPC-F2-MSTB-MNNA-1R-P – 1608087           |
| Passender Power-Steckverbinder      | PHOENIX CONTACT CUC-PPC-C2ZNI-SX/24FKP5:FC – 1425514         |

Tab. 7.2: PROFINET® – Anbaurahmen und Steckverbinder

PROFINET® LWL

| Anbaurahmen / Steckverbinder            | Bezeichnung  |
|---|--|
| Transceiver für SC-RJ-Lichtwellenleiter | AVAGO TECHNOLOGIES QFBR-5978Z - TRANSCEIVER 10/100 - SC-RJ |
| Anbaurahmen für SCRJ-Steckverbinder     | PHOENIX CONTACT VS-PPC-F1-SCRJ-MNNA-1RP – 1608061          |
| Passender LWL-Steckverbinder für POF*   | PHOENIX CONTACT VS-PPC-C1-SCRJ-MNNA-PG9-A4D-C – 1608032    |
| Anbaurahmen für MSTB Steckverbinder     | PHOENIX CONTACT VS-PPC-F2-MSTB-MNNA-1R-P – 1608087         |
| Passender Power-Steckverbinder          | PHOENIX CONTACT CUC-PPC-C2ZNI-SX/24FKP5:FC – 1425514       |

\* POF = Plastic Optical Fibre. Diese optische Unterbaugruppe koppelt die optische Leistung effizient von der POF- oder HCS-Faser an die empfangende PIN. Kompatibel mit der elektrischen und optischen Leistung der POFAC-Empfehlungen für Fast Ethernet over Plastic Optical Fiber (POF).

Tab. 7.3: PROFINET® LWL – Anbaurahmen und Steckverbinder

### 7.2.2 Pinbelegung Datenstecker XF1 / XF2

Das PMM hat zwei PROFINET®-Schnittstellen, die über einen integrierten Switch miteinander verbunden sind. Diese Schnittstellen sind auf AIDA-kompatible Einbaubuchsen mit passenden Anbaurahmen geführt.

XF1 ist der Eingang (In) und XF2 ist der Ausgang (Out).

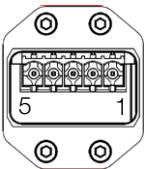
Das PMM wird über Ethernet-Patchkabel der Qualität CAT5e oder höher angeschlossen.

| Pin | Farbcodierung Europa T568A | Farbcodierung außerhalb Europas T568B | Funktion |
|-----|----------------------------|---------------------------------------|----------|
| 1   | Grün / Weiß                | Orange / Weiß                         | TX+      |
| 2   | Grün                       | Orange                                | TX-      |
| 3   | Orange / Weiß              | Grün / Weiß                           | RX+      |
| 6   | Orange                     | Grün                                  | RX-      |

Tab. 7.4: Pinbelegung Datenstecker XF1 / XF2

### 7.2.3 Pinbelegung Spannungsversorgung XD1 / XD2

Das PMM hat einen Strombedarf, der unter 250 mA liegt und aus der Sensorversorgung entnommen wird. Die beiden Steckverbinder sind intern 1:1 verbunden.

| Pinbelegung XD1 / XD2 (Ansicht auf Anschluss am Gerät)                              | Pin | Funktion               |
|---|-----|------------------------|
|  | 1   | Sensorversorgung 24 V  |
|   | 2   | Masse Sensorversorgung |
|   | 3   | Aktorversorgung 24 V   |
|   | 4   | Masse Aktorversorgung  |
|   | 5   | FE (Funktionserde)     |

Tab. 7.5: Pinbelegung Spannungsversorgung XD1 / XD2

### 7.2.4 Status-LEDs

| LED   | Farbe | Zustand  | Bedeutung  |
|---|-------|----------|--|
| Power   | Grün  | Ein      | Die Versorgungsspannung liegt an.  |
| COM   | Grün  | Ein      | Watchdog Timeout oder „Kanal-, generische oder erweiterte Diagnose vorhanden“ oder Systemfehler. |
|   | Grün  | Blinkt   | DCP-Signal-Service wird über den Bus ausgelöst.  |
|   | Rot   | Ein      | Keine Konfiguration oder langsame physikalische Verbindung oder keine physikalische Verbindung.  |
|   | Rot   | Blinkt   | Kein Datenaustausch.   |
| Link <sup>1)</sup>  | Green | Ein      | Das Gerät hat eine Verbindung zum Ethernet (XF1 / XF2).  |
| Tx/Rx <sup>1)</sup>                                       | Gelb  | Flackert | Das Gerät sendet/empfängt Ethernet-Frames (XF1 / XF2).   |
| <sup>1)</sup> bei der PROFINET® LWL Version ohne Funktion |       |          |  |

Tab. 7.6: Status-LEDs

7.3 EtherCAT®

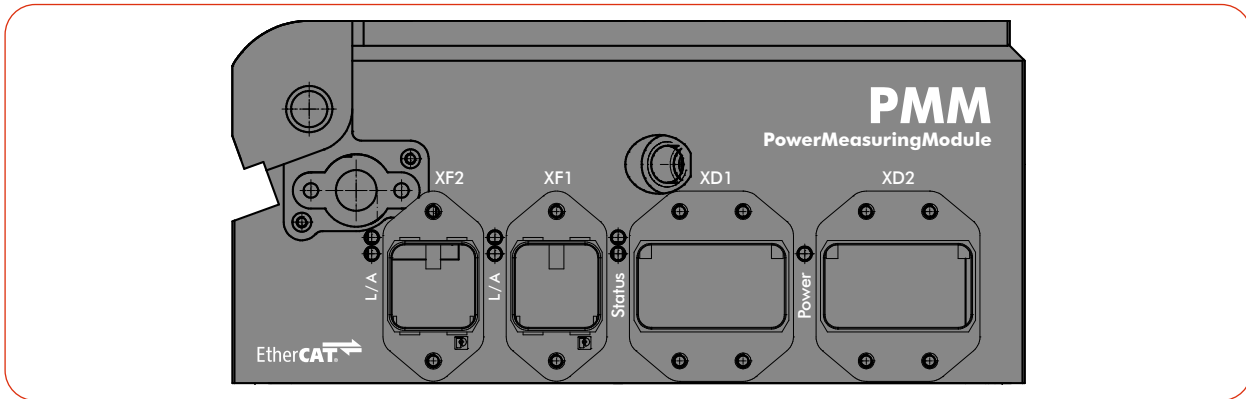


Abb. 7.2: Anschlussfeld des PMM EtherCAT®

Damit das PMM in eine Linienstruktur eingefügt werden kann, sind das Businterface und die Spannungsversorgung doppelt ausgeführt.

7.3.1 Steckverbinder

| Anbaurahmen / Steckverbinder        | Bezeichnung  |
|-------------------------------------|--|
| Anbaurahmen für RJ45-Steckverbinder | PHOENIX CONTACT VS-PPC-F1-RJ45-MNNA-1R-PHA – 1608029         |
| Passender RJ45-Steckverbinder       | z. B.: PHOENIX CONTACT VS-PPC-C1-RJ45-MNNA-PG9-8Q5 – 1608016 |
| Anbaurahmen für MSTB Steckverbinder | PHOENIX CONTACT VS-PPC-F2-MSTB-MNNA-1R-P – 1608087           |
| Passender Power-Steckverbinder      | PHOENIX CONTACT CUC-PPC-C2ZNI-SX/24FKP5:FC – 1425514         |

Tab. 7.7: EtherNet/IP™ – Anbaurahmen und Steckverbinder

7.3.2 Pinbelegung Datenstecker XF1 / XF2

Das PMM hat zwei EtherCAT®-Schnittstellen, die über einen integrierten Switch miteinander verbunden sind. Diese Schnittstellen sind auf AIDA-kompatible Einbaubuchsen mit passenden Anbaurahmen geführt.

XF1 ist der Eingang (In) und XF2 ist der Ausgang (Out).

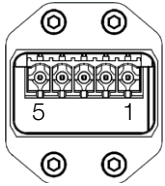
Das PMM wird über Ethernet-Patchkabel der Qualität CAT5e oder höher angeschlossen.

| Pin | Farbcodierung Europa T568A | Farbcodierung außerhalb Europas T568B | Funktion |
|-----|----------------------------|---------------------------------------|----------|
| 1   | Grün / Weiß                | Orange / Weiß                         | TX+      |
| 2   | Grün                       | Orange                                | TX-      |
| 3   | Orange / Weiß              | Grün / Weiß                           | RX+      |
| 6   | Orange                     | Grün                                  | RX-      |

Tab. 7.8: Pinbelegung Datenstecker XF1 / XF2

### 7.3.3 Pinbelegung Spannungsversorgung XD1 / XD2

Das PMM hat einen Strombedarf, der unter 100 mA liegt und aus der Sensorversorgung entnommen wird. Die beiden Steckverbinder sind intern 1:1 verbunden.

| Pinbelegung XD1 / XD2<br>(Ansicht auf Anschluss am Gerät)                         | Pin | Funktion               |
|---|-----|------------------------|
|  | 1   | Sensorversorgung 24 V  |
|   | 2   | Masse Sensorversorgung |
|   | 3   | Aktorversorgung 24 V   |
|   | 4   | Masse Aktorversorgung  |
|   | 5   | FE (Funktionserde)     |

Tab. 7.9: Pinbelegung Spannungsversorgung XD1 / XD2

### 7.3.4 Status-LEDs

| LED    | Farbe | Zustand       | Bedeutung  |
|--------|-------|---------------|--|
| Power  | Grün  | Ein           | Die Versorgungsspannung liegt an.  |
| L/A    | Grün  | Ein           | Es besteht eine Verbindung zum EtherCAT®.  |
|        | Grün  | Blinkt        | Das Gerät sendet / empfängt Ethernet-Frames.   |
|        | Grün  | Aus           | Das Gerät hat keine Verbindung zum EtherCAT®.  |
| Status | Grün  | Ein           | Das Gerät befindet sich im Zustand OPERATIONAL. <sup>1</sup>   |
|        | Grün  | Blinken       | Das Gerät befindet sich im Zustand PRE-OPERATIONAL. <sup>2</sup>   |
|        | Grün  | Einfach-Blitz | Das Gerät befindet sich im Zustand SAFEOPERATIONAL. <sup>3</sup>   |
|        | Grün  | Aus           | Das Gerät befindet sich im Zustand INIT. <sup>4</sup>  |
|        | Rot   | Blinken       | Ungültige Konfiguration: Allgemeiner Konfigurationsfehler.<br>Mögliche Ursache: Eine durch den Master vorgegebene Statusänderung ist aufgrund von Register- oder Objekteinstellungen nicht möglich.  |
|        | Rot   | Einfach-Blitz | Lokaler Fehler: Die Slave-Gerät-Applikation hat den EtherCATStatus eigenständig geändert.<br>Mögliche Ursache 1: Ein Host-Watchdog-Timeout ist aufgetreten.<br>Mögliche Ursache 2: Synchronisationsfehler, das Gerät wechselt automatisch nach Safe-Operational. |
|        | Rot   | Doppel-Blitz  | Prozessdaten-Watchdog-Timeout: Ein Prozessdaten-Watchdog-Timeout ist aufgetreten. Mögliche Ursache: Sync-Manager-Watchdog-Timeout.   |

Tab. 7.10: Status-LEDs

<sup>1</sup> Ein- und Ausgänge sind gültig und der finale Zustand ist erreicht.

<sup>2</sup> Es funktioniert bereits die Kommunikation mit dem Application Layer über die Mailbox, es gibt aber weiterhin keine Kommunikation der Prozessdaten. Nun müssen weitere Parameter konfiguriert werden. Hierzu gehören das Mapping der Prozessdaten und das Einrichten des SyncManager und der FMMU. Danach kann der Safe-Operational Zustand angefragt werden.

- <sup>3</sup> Die Kommunikation der Prozessdaten beginnt, aber zuerst sind nur Eingangswerte gültig. Ausgänge werden in einem sogenannten Safe State belassen. Sobald der Master gültige Ausgangswerte sendet und den Operational Zustand anfordert, wird dies geändert.
- <sup>4</sup> Es besteht keine Kommunikation im Application Layer, aber der Master hat bereits Zugriff auf die DL-Informationen Register. Hier muss der Master wenigstens das DL-Adressregister und die Kanäle für die Mailbox des SyncManager konfigurieren.

| LED-Zustände  | Beschreibung  |
|---------------|---|
| Ein           | Die Anzeige leuchtet statisch.  |
| Aus           | Die Anzeige leuchtet nicht.   |
| Blinken       | Die Anzeige ist in Phasen ein- bzw. ausgeschaltet, mit einer Frequenz von 2,5 Hz:<br>Ein für 200 ms gefolgt von Aus für 200 ms.   |
| Einfach-Blitz | Die Anzeige zeigt einen kurzen Blitz (200 ms) gefolgt von einer langen Aus-Phase (1 000 ms).  |
| Doppel-Blitz  | Die Anzeige zeigt eine Abfolge von zwei kurzen Blitzen (je 200 ms), unterbrochen von einer kurzen Aus-Phase (200 ms). Die Abfolge wird mit einer langen Aus-Phase (1 000 ms) beendet. |

Tab. 7.11: LED-Zustände



## 8 Einstellen der Laserparameter

Für korrekte Messungen und um das Gerät vor Schäden zu bewahren, müssen die folgenden Parameter beachtet und eingehalten werden.

### 8.1 Einstellen der Laseranstiegszeit

Die anwendbare Messdauer liegt zwischen 0,1 s und 1,0 s, die als Pulslänge/Burstdauer auf die Steuerung der Laserstrahlquelle zu übertragen ist. Die maximale Laseranstiegszeit für die Leistungsmessung darf 1 % der Bestrahlungszeit nicht überschreiten. Dieser Grenzwert sollte eingehalten werden, um Verfälschungen der Leistungsmessung zu vermeiden.

Bei einigen Laserstrahlquellen sind in den Werkseinstellungen Leistungsrampen bis zu einigen 100 ms zum Einschalten der Laserstrahlung vorgegeben. Um eine hohe Messgenauigkeit zu erreichen muss die kürzest mögliche Anstiegszeit eingestellt werden.

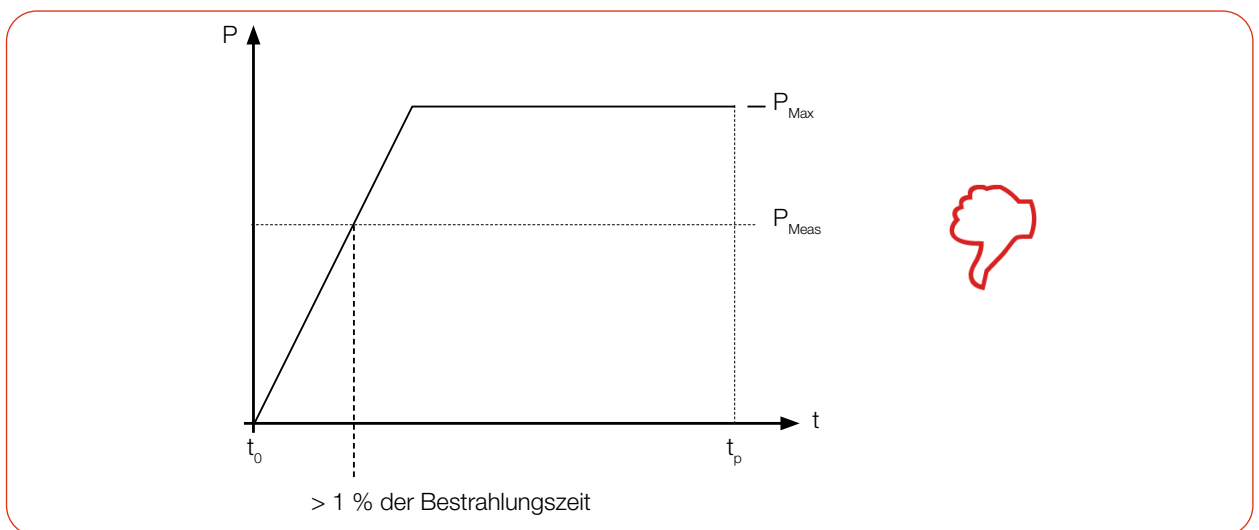


Abb. 8.1: Laseranstiegszeit  $> 1\%$  der Bestrahlungszeit

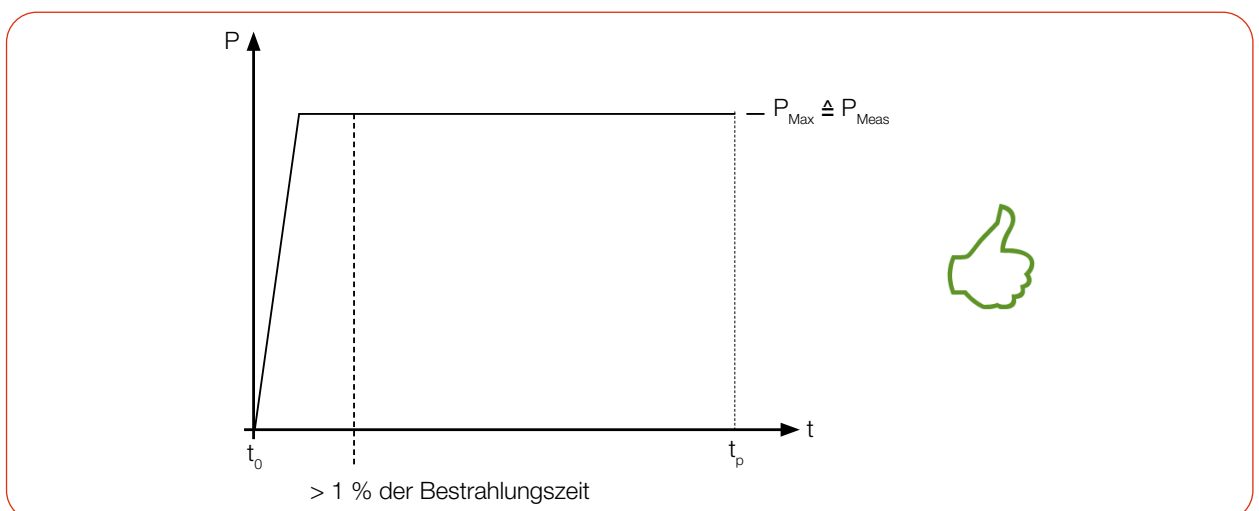


Abb. 8.2: Laseranstiegszeit  $< 1\%$  der Bestrahlungszeit

## 8.2 Maximal zulässige Leistungsdichte

Um Schäden an der Optik unter dem Schutzglas zu vermeiden, darf die maximal zulässige Leistungsdichte von 150 kW/cm<sup>2</sup> an der Optik nicht überschritten werden.

Die Leistungsdichte in kW/cm<sup>2</sup> errechnet sich gemäß der Formel:

$$\text{Leistungsdichte} = \frac{P_{\text{Laserleistung in kW}}}{\pi \cdot r^2_{\text{Strahlradius in cm}}}$$

Formel 8.1: Berechnung der Leistungsdichte

Zur Ermittlung der maximalen Laserleistung wird das Ergebnis mit einem Sicherheitsfaktor von 2 gewichtet. Der Sicherheitsfaktor gleicht das Verhältnis von maximaler zur mittleren Leistungsdichte eines Gauß-Strahls (Fernfeld) aus. Die maximal zulässige Laserleistung in kW in Abhängigkeit vom Strahlradius errechnet sich gemäß der Formel:

$$P_{\text{Laserleistung in kW}} = \text{max. Leistungsdichte} \frac{\text{kW}}{\text{cm}^2} \cdot \pi \cdot r^2_{\text{Strahlradius in cm}} \cdot \frac{1}{2}$$

Formel 8.2: Berechnung der zulässige Laserleistung in Abhängigkeit vom Strahldurchmesser

Der minimal zulässige Strahldurchmesser in cm in Abhängigkeit von der zulässigen Leistungsdichte und Laserleistung errechnet sich gemäß der Formel:

$$r_{\text{Strahlradius in cm}} = \sqrt{\frac{P_{\text{Laserleistung in kW}}}{\text{max. Leistungsdichte} \frac{\text{kW}}{\text{cm}^2} \cdot \pi \cdot \frac{1}{2}}}$$

Formel 8.3: Berechnung des minimal zulässigen Strahldurchmessers in Abhängigkeit von der zulässigen Leistungsdichte und der Laserleistung

Beispiel: Mit der maximal zulässigen Leistungsdichte von 150 kW/cm<sup>2</sup> an der Optik und einer Laserleistung von 9 kW berechnet sich der minimal zulässige Strahlradius wie folgt:

$$r_{\text{Strahlradius in cm}} = \sqrt{\frac{9 \text{ kW}}{150 \frac{\text{kW}}{\text{cm}^2} \cdot \pi \cdot \frac{1}{2}}} = 0,195 \text{ cm} = 1,95 \text{ mm}$$

Formel 8.4: Beispielrechnung

In der Beispielrechnung wird ein Strahldurchmesser von 3,9 mm errechnet. Beachten Sie, dass der minimal zugelassene Strahldurchmesser für eine Laserleistung ab 8 kW gemäß den Technischen Daten 5 mm beträgt.

### 8.3 Minimaler und maximaler Energieeintrag pro Messung

Entscheidend für eine genaue und reproduzierbare Messung ist der gemessene Temperaturanstieg im Absorber. Unabhängig von der Starttemperatur wird ein Energieeintrag von ca. 400 J bis 1 000 J pro Messung empfohlen.

Beispiel: Bei 1 kW Laserleistung beträgt die empfohlene Pulslänge 400 ms.

$$E = P \cdot t = 1\,000\text{ W} \cdot 0,4\text{ s} = 400\text{ J}$$

Abb. 8.3 auf Seite 27 zeigt den zulässigen Energieeintrag für eine Messung in Abhängigkeit von der Absorbentemperatur.

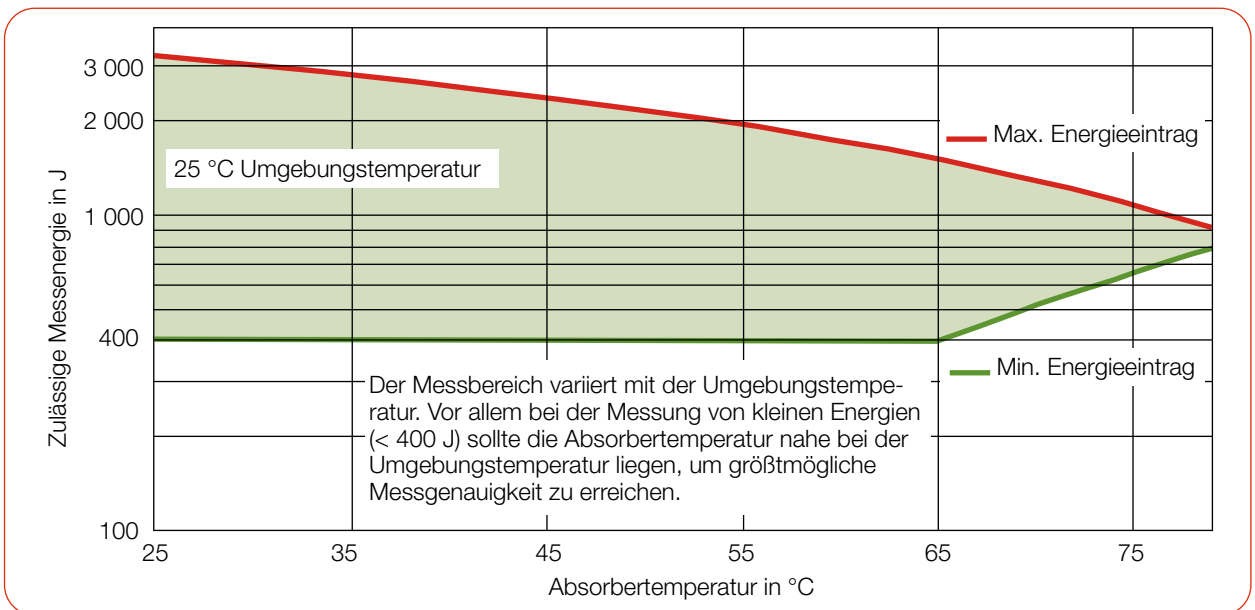


Abb. 8.3: Messbereich in Abhängigkeit von der Absorbentemperatur

Der minimale Energieeintrag gibt die unteren Grenzwerte an, mit denen Messungen noch innerhalb der spezifizierten Genauigkeit durchgeführt werden können. Der maximale Energieeintrag beschreibt die Grenze, bei der der Absorber seine zulässige Grenztemperatur erreicht. Im grün dargestellten Bereich kann die Energie, z. B. für mehrfaches Messen (Serienmessungen) aufgeteilt werden.

Ist die Absorbentemperatur höher als 80 °C sollte keine weitere Messung mehr erfolgen. Bitte warten Sie in diesem Fall solange, bis die Absorbentemperatur auf unter 50 °C gefallen ist (je nach gewähltem Energieeintrag). Die Grenzwerte entnehmen Sie bitte der Abb. 8.3 auf Seite 27, der Tab. 8.1 auf Seite 28 und der Tab. 8.3 auf Seite 29 .

| Absorbtemperatur<br>in °C | Min. Energieeintrag<br>in J | Max. Energieeintrag<br>in J |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 20                        | 400                         | 3500                        |
| 25                        | 400                         | 3320                        |
| 30                        | 400                         | 3100                        |
| 35                        | 400                         | 2880                        |
| 40                        | 400                         | 2660                        |
| 45                        | 400                         | 2440                        |
| 50                        | 400                         | 2210                        |
| 55                        | 400                         | 1990                        |
| 60                        | 400                         | 1770                        |
| 65                        | 400                         | 1550                        |
| 70                        | 520                         | 1330                        |

Tab. 8.1: Absorbtemperatur mit dem empfohlenen minimalen und zulässigen maximalen Energieeintrag (Umgebungstemperatur 22 °C)

#### 8.4 Anzahl der Messzyklen (Serienmessungen)

Der Absorber kann bei einer Starttemperatur von 20 °C eine Wärmemenge (= Energie) von ca. 3 500 J aufnehmen. PRIMES empfiehlt pro Messung einen Energieeintrag von ca. 400 J bis 1 000 J, um eine möglichst hohe Messgenauigkeit zu erreichen.

Es können so viele Messzyklen durchgeführt werden, bis die zulässige Endtemperatur des Absorbers von 80 °C erreicht ist.

### ACHTUNG

#### Beschädigung / Zerstörung des Gerätes

Die maximale Absorbtemperatur von 80 °C darf nicht überschritten werden.

- Beachten Sie die mögliche Anzahl von Messungen gemäß Tab. 8.2 auf Seite 28.

Bei angenommenen Laserleistungen von 8 kW und 4 kW ist folgende Anzahl von Messungen möglich:

| Laserleistung in Watt | Bestrahlungszeit in ms | Energieeintrag in J | Mögliche Anzahl von Messungen |
|-----------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 8 000                 | 100                    | 800                 | 4                             |
|                       | 200                    | 1 600               | 2                             |
|                       | 400                    | 3 200               | 1                             |
| 4 000                 | 100                    | 400                 | 8                             |
|                       | 200                    | 800                 | 4                             |
|                       | 400                    | 1 600               | 2                             |

Tab. 8.2: Mögliche Anzahl von Messungen

Der Absorber kühlt sich durch Wärmeabgabe an die Umgebung selbstständig ab.

### 8.5 Wartezeiten bis zur nächsten Messung in einer Serienmessung

Bei hohen Messfrequenzen kann die Messgenauigkeit eingeschränkt sein. Für Serienmessungen innerhalb der angegebenen Genauigkeit werden die folgenden Wartezeiten vor der nächsten Messung empfohlen.

| Energieeintrag in J | Wartezeit in s |
|---------------------|----------------|
| 200                 | 50             |
| 400                 | 100            |
| 600                 | 150            |
| 800                 | 200            |
| 1 000               | 250            |

Tab. 8.3: Wartezeiten bis zur nächsten Messung in Serienmessungen

### 8.6 Berechnung der Bestrahlungszeit

Die Bestrahlungszeit des Absorbers durch Laserstrahlung wird nach drei Kriterien ausgewählt:

1. Die eingestrahlte Energiemenge sollte mindestens 10 % der maximalen Kapazität des Absorbers sein (Variable: „MaxCapacity“). Diese Forderung stellt sicher, dass die Messgenauigkeit ausreichend hoch ist.
2. Sollte nach der geplanten Messung möglichst schnell eine weitere Messung durchgeführt werden, darf bei der Messung maximal die Hälfte der Restkapazität des Absorbers genutzt werden (Variable: „Remaining capacity“).
3. Die eingestrahlte Energiemenge darf die in der Variablen „Remaining capacity“ angezeigte nicht überschreiten. Wird diese Bedingung nicht eingehalten, überhitzt der Absorber während der Messung.

Mit folgender Formel kann die Bestrahlungszeit bestimmt werden:

$$\Delta t = \text{Remaining capacity} / \text{Laser power}$$

|                           |   |                                |
|---------------------------|---|--------------------------------|
| $\Delta t$                | = | Bestrahlungszeit               |
| <b>Remaining capacity</b> | = | Verbleibende Kapazität         |
| <b>Laser power</b>        | = | Laserleistung des Laserstrahls |



Für eine möglichst hohe Reproduzierbarkeit der Messergebnisse ist es sinnvoll, die Bestrahlungszeit konstant zu halten.



Die „Remaining capacity“ erreicht auch bei raumtemperiertem Absorber in der Regel nicht die „Maximum capacity“, weil diese sich auf eine Absorbertemperatur von 0 °C bezieht.

#### Beispiel

- MaxCapacity = 4 000 J
- Remaining capacity = 3 000 J
- Minimum energy = 400 J
- Laser power = 8 000 W

► gewählt: 100 Millisekunden

Bei einer Bestrahlungszeit von 100 Millisekunden werden 800 J eingestrahlt. Damit ist die Mindestenergie von 400 J deutlich überschritten. Weiterhin ist es mit dieser Bestrahlungszeit möglich, sofort noch zwei weitere Messungen durchzuführen.

### 8.7 Messung mit gepulsten Lasern

Bei gepulster Laserstrahlung ist eine korrekte Bestrahlungszeitmessung bis 10 kHz Pulsfrequenz und einem Tastverhältnis von 50 % möglich. Bei Ein / Aus-Zeiten kleiner 50  $\mu$ s ist die Bestrahlungszeitmessung nicht mehr korrekt.

Bei gepulsten Lasern erkennt das Gerät die Anzahl der Pulse  $n$  und die Anzahl der Pulspausen  $n-1$ . Da die letzte Pulspause  $t_{off}$  physikalisch bedingt nicht gemessen wird und dies bei einer niedrigen Anzahl an Pulsen zu einer erhöhten Anzeige der mittleren Leistung führen würde, wird eine Korrektur der mittleren Leistung auf Basis der korrigierten Burstdauer vorgenommen (siehe Abb. 8.4 auf Seite 30).

Bei cw-Lasern bzw. einem Puls entspricht die mittlere Leistung der max. Leistung eines Pulses.

Bei Messungen mit gepulsten Lasern, die ein oszillierendes Ein- und Ausschaltverhalten außerhalb der Spezifikationen gemäß Kapitel 18 „Technische Daten“ auf Seite 56 aufweisen, kann es zu falschen Ergebnissen für die Anzahl der gemessenen Pulse kommen. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die berechnete mittlere Laserleistung und Energie.

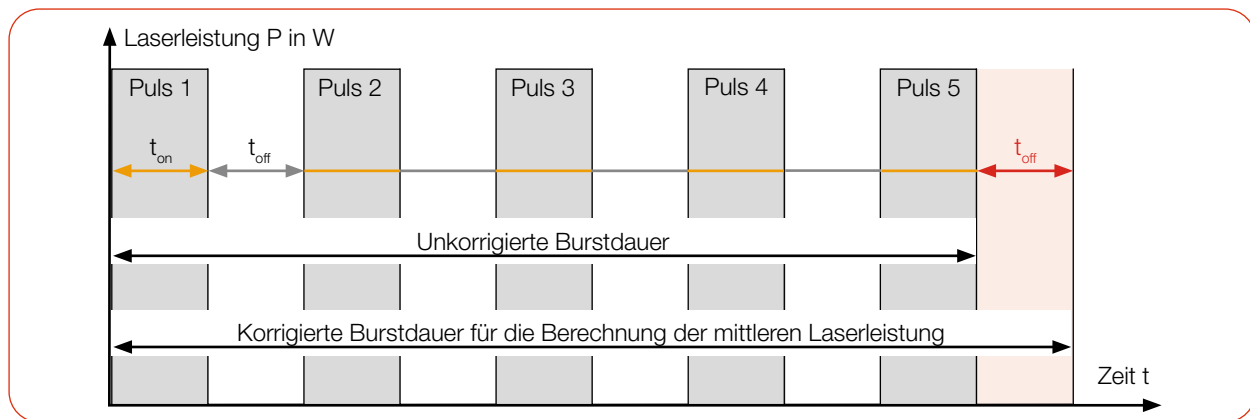


Abb. 8.4: Unkorrigierte und korrigierte Burstdauer bei gepulsten Lasern

## 9 Messen

### 9.1 Warnhinweise



#### **GEFAHR**

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

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

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



#### **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). Die reflektierte Strahlung ist in der Regel nicht sichtbar.

- ▶ 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).

#### **ACHTUNG**

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

Die maximal zulässige Energie pro Laserpuls ist abhängig von verschiedenen Einflussgrößen, unter anderem von der Absorbiertemperatur.

- ▶ Bitte beachten Sie vor der Messung die im Kapitel 18 „Technische Daten“ auf Seite 56 angegebenen Grenzwerte und Abhängigkeiten.

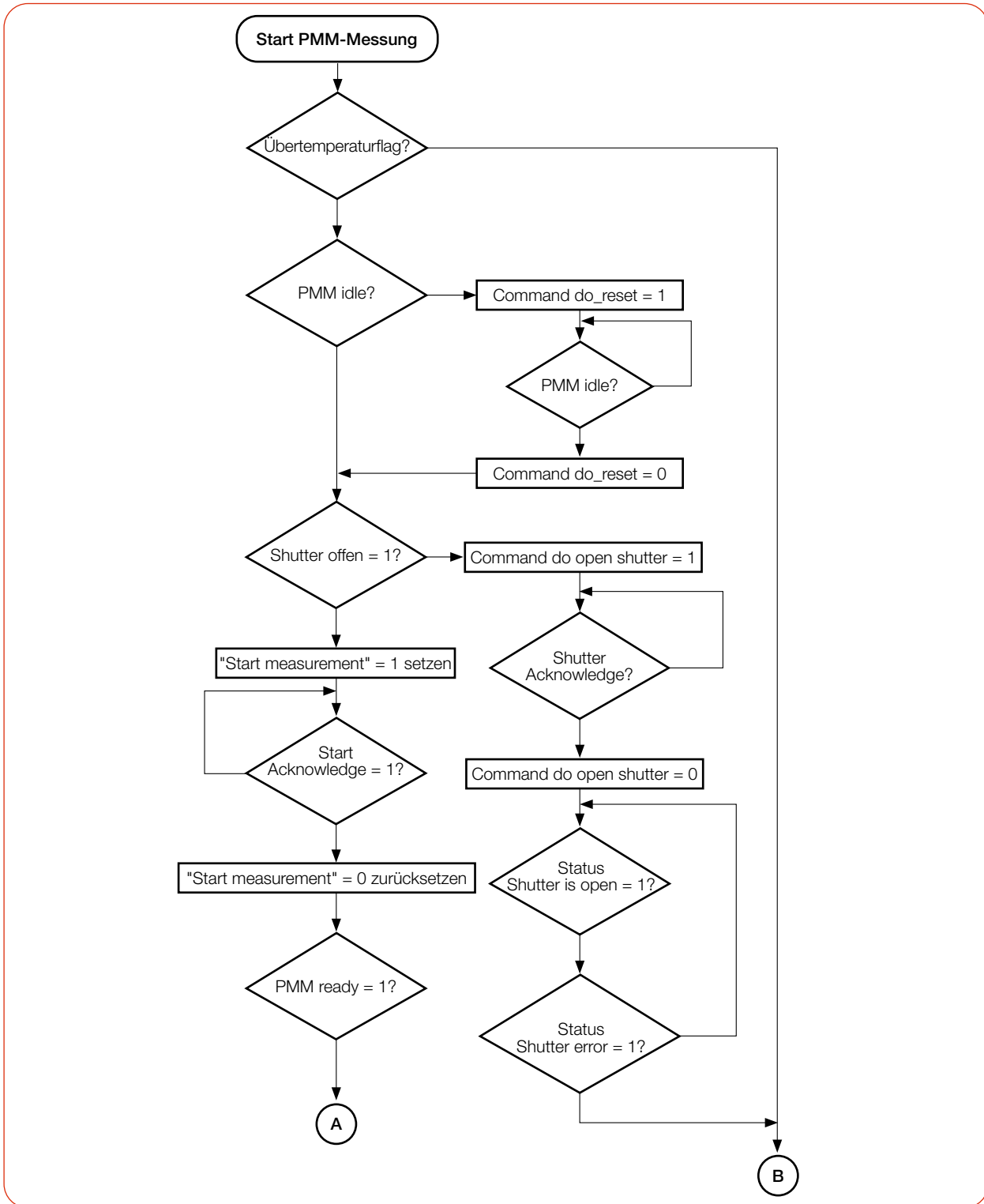
#### **ACHTUNG**

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

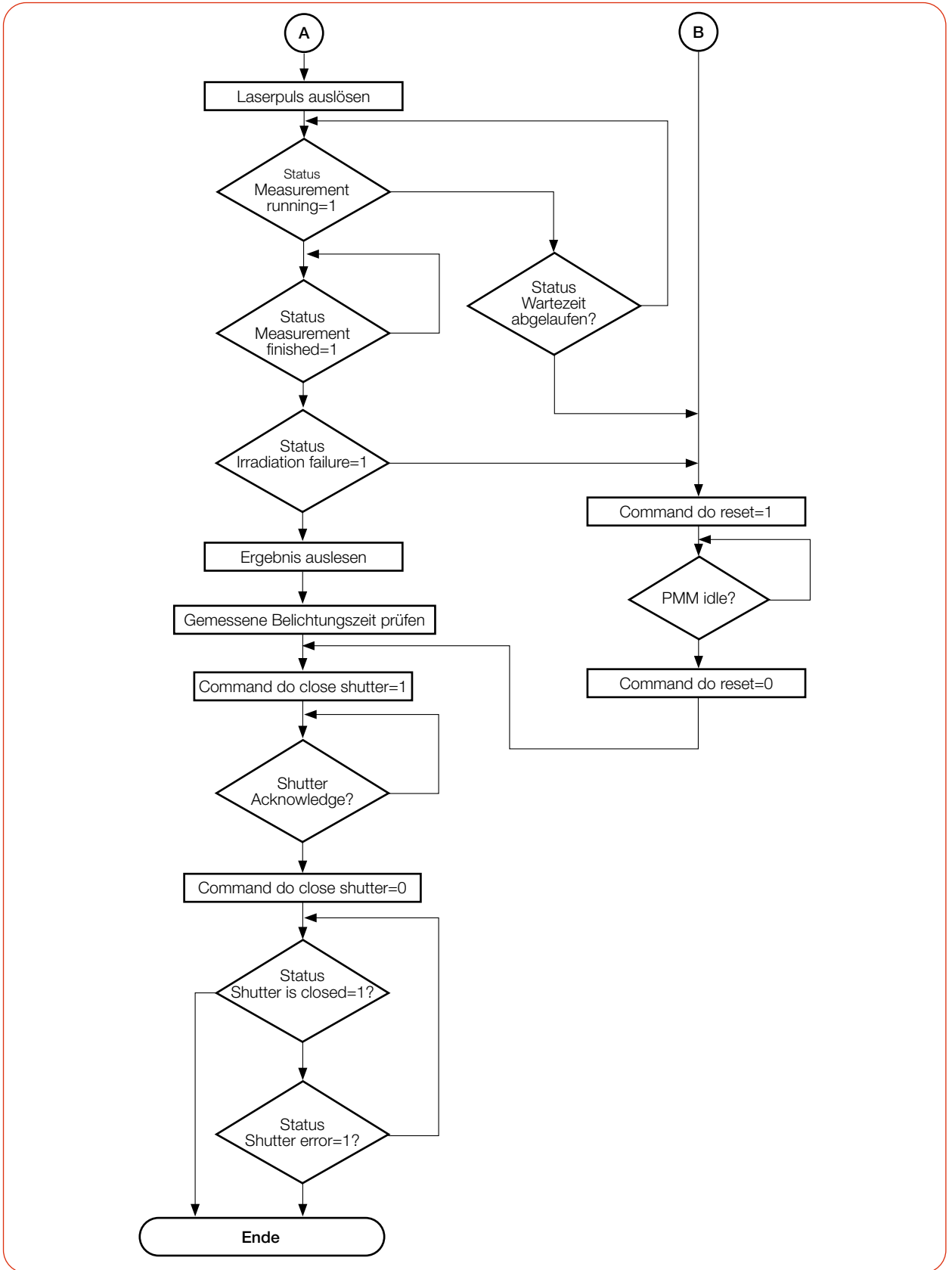
Verschmutzungen und Fingerabdrücke am Schutzglas können im Messbetrieb zur Beschädigung oder zum Zerspringen bzw. Splintern des Schutzglases führen.

- ▶ Berühren Sie nicht das Schutzglas.
- ▶ Prüfen Sie den Zustand des Schutzglases regelmäßig und tauschen Sie es bei Verschmutzung aus (siehe Kapitel 14 „Wartung und Inspektion“ auf Seite 49).
- ▶ Betreiben Sie das Gerät nur mit einem sauberen Schutzglas.

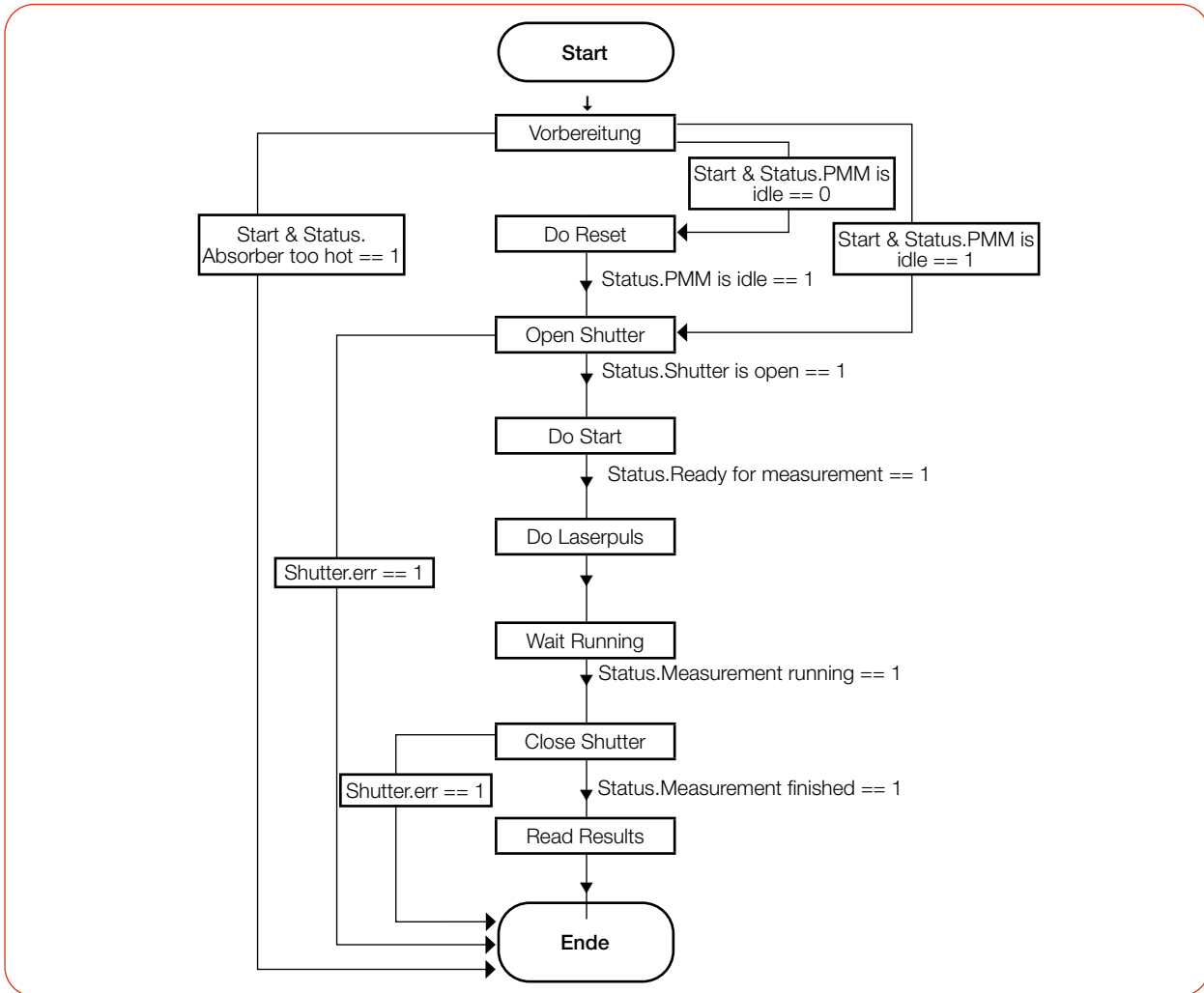
9.2 Allgemeines Ablaufdiagramm einer PMM-Messung



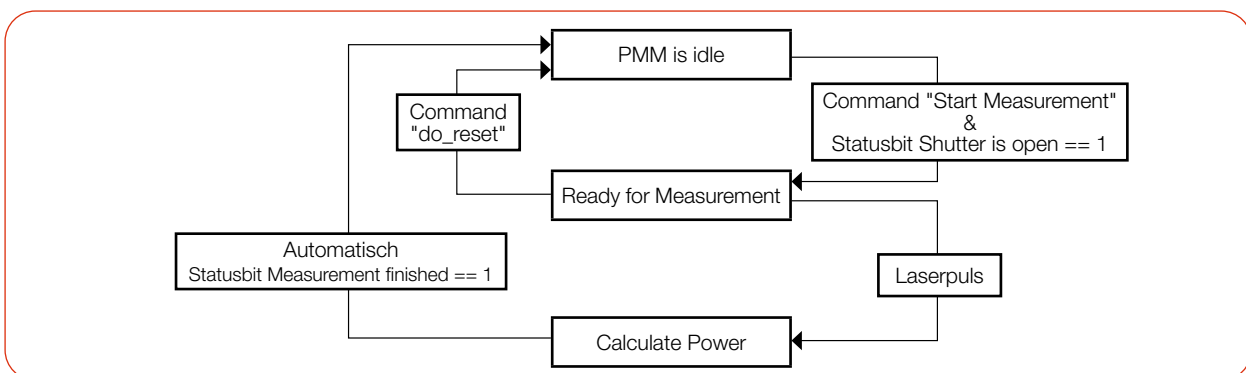




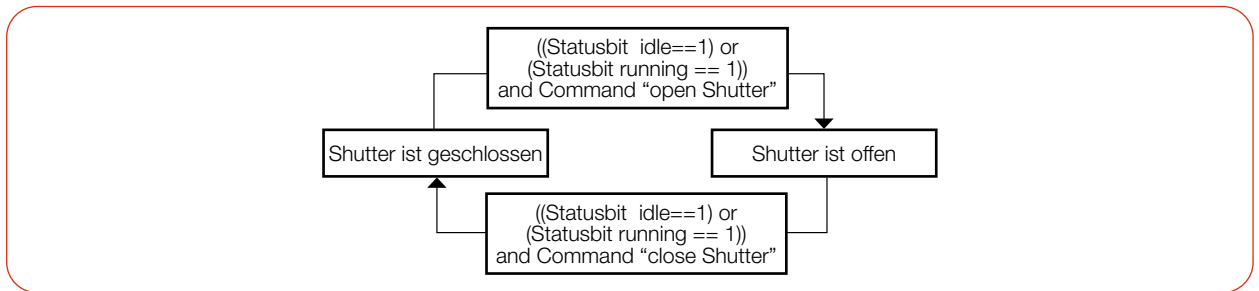
9.3 SPS-Steuerprogrammablauf des PMM



9.4 Interne Zustände



## 9.5 Verschlusszustände



## 10 Details des Messablaufes

Der Messablauf für eine Leistungsmessung lässt sich in drei Schritte aufteilen:

1. Messbereitschaft herstellen
2. Messung durchführen
3. Messung auswerten

Die Details zu den einzelnen Schritten werden im Folgenden erläutert.

### 10.1 Messbereitschaft herstellen

Die Messbereitschaft des Gerätes hängt nur von drei Parametern ab:

1. Der Verschluss ist offen.
2. Der Absorber hat noch Kapazität, um die Energie einer Messung aufzunehmen.
3. Es läuft aktuell kein Messzyklus.

#### 10.1.1 Öffnen des Verschlusses

Der Verschluss wird über eine Rutschkupplung durch einen Getriebemotor geöffnet. Der Befehl zum Öffnen des Verschlusses wird durch Setzen des Bits „open shutter“ im Kommandobyte erteilt. Der Motor benötigt weniger als 5 Sekunden zum Öffnen des Verschlusses.

Sobald der Verschluss die „offen“-Position erreicht hat, ändert das Bit „shutter is open“ im Byte „Status1“ seinen Wert auf 1. Das Kommandobit „open shutter“ kann dann deaktiviert werden. Das Schließen des Verschlusses erfolgt in der gleichen Weise.

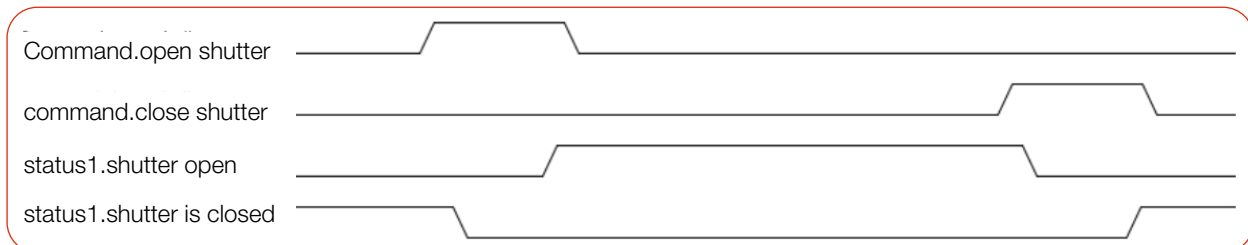


Abb. 10.1: Timing zur Ansteuerung des Verschlusses

Bei Punkt 2 gemäß Kapitel 10.1 ist eine Wartezeit einzuhalten. Die Wartezeit lässt den Absorber abkühlen, sodass eine neue Messung möglich ist. Die Wartezeiten kann dem Kapitel 8.5 auf Seite 29 entnommen werden.

Bei Punkt 3 gemäß Kapitel 10.1 stellt sich die Messbereitschaft automatisch nach Ende des aktuellen Messzyklus wieder her.

#### 10.1.2 Bestimmung der Bestrahlungszeit

Die Bestrahlungszeit ist entsprechend der im Kapitel 8.6 „Berechnung der Bestrahlungszeit“ auf Seite 29 ausgeführten Regeln zu bestimmen.

## 10.2 Messung durchführen

Sobald der Verschluss offen ist, ist das PMM zur Messung bereit. Um den PMM für die Messung zu initialisieren, muss von der externen Steuerung das Bit „start“ im „Command“-Byte gesetzt werden (siehe Abb. 10.2 auf Seite 37).



Abb. 10.2: Timingdiagramm des Messablaufs

Das PMM beantwortet den Startbefehl mit einem „acknowledge“ im Statusbyte1.

Sobald das PMM messbereit ist, wird im Statusbyte1 das „ready“ Bit gesetzt.

**Prüfen Sie vor dem Starten des Laserpulses das Statusbyte1 Bit 0 auf 1 steht.**

Ab diesem Zeitpunkt kann der Laser den Absorber mit der berechneten Bestrahlungszeit (siehe Kapitel 8.6 „Berechnung der Bestrahlungszeit“ auf Seite 29 bestrahlen.

Wird der Verschluss geschlossen oder ein Laserpuls erkannt, wird das Bit „ready“ gelöscht.

Nach dem Laserpuls erkennt das PMM nach kurzer Dauer den Laserpuls an der Temperaturerhöhung des Absorbers. Die anschließende Thermalisierungsphase des Absorbers wird durch das Bit „running“ im Statusbyte angezeigt.

Nach dem Ende der Thermalisierungsphase (ca. 10 Sekunden bei Standardgeräten und 3 Sekunden bei Geräten mit reduzierter Thermalisierungszeit - PMM Typ AP3s) wird das Messergebnis berechnet und das Bit „measurement finished“ wird gesetzt. Die Ergebnisse können jetzt ausgelesen werden.



Soll der Messablauf vorzeitig ohne Messung abgebrochen und der Verschluss wieder geschlossen werden, muss zunächst ein "Reset" durchgeführt werden (Do\_reset; Bit 7 im Command-Byte setzen, siehe Tab. 11.2 auf Seite 39).

**10.3 Messung auswerten**

Die während der Messung erzeugten Daten werden in den Variablen gespeichert. Die Messwerte in den Variablen sind dem Kapitel 11.3 „Variablen“ auf Seite 41 zu entnehmen.

**10.4 Zeitoptimierter Messablauf**

Um die Messdauer zu optimieren, kann die Roboter-Stillstandszeit auf die Bestrahlungszeit reduziert werden.

**Messablauf**

1. Roboter bewegt sich zum Messgerät, gleichzeitig Verschluss öffnen.
2. Der Verschluss ist offen, Messung starten.
3. Der Roboter ist in Position.
4. Laserpuls auslösen.
5. Laserpuls beendet.
6. Roboter kann wegfahren.
7. Auf das Signal „Messung beendet“ warten.

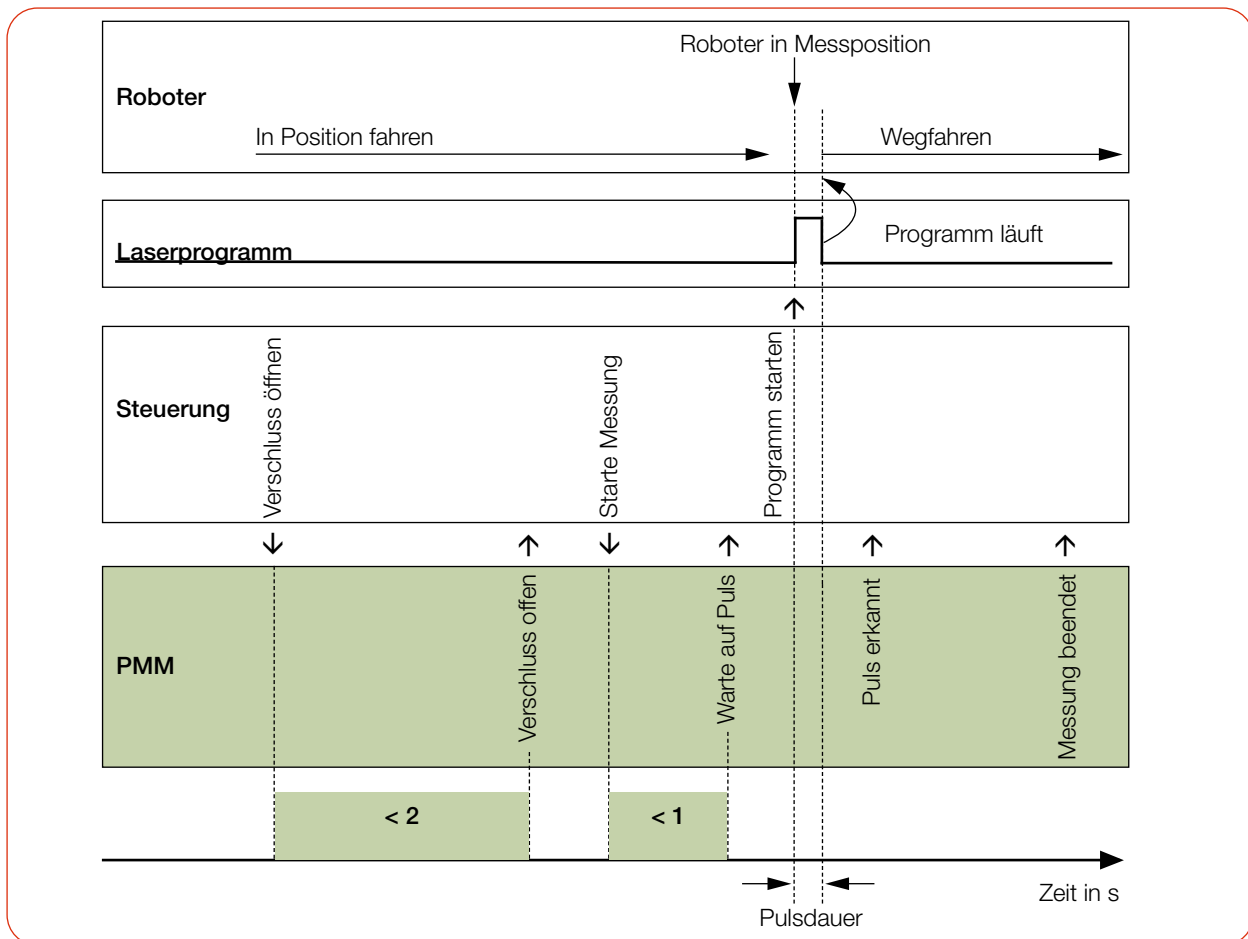


Abb. 10.3: Zeitoptimierter Messablauf

## 11 Programmiermodell

Die Daten, die das PMM über den Feldbus mit der übergelagerten Steuerung austauscht, lassen sich in vier Blöcke aufteilen:

1. Konfigurationsdaten (nur lesen, Byte 12-35)
2. Variablen (nur lesen, Byte 40 -77)
3. Statusinformationen (nur lesen, Byte 10-11)
4. Kommandos (nur schreiben, Byte 11)

Die Daten sind in den Registern im folgenden Format abgelegt:

| Feldbus   | Format                      |
|-----------|-----------------------------|
| PROFINET® | Motorola-Format, Big Endian |
| EtherCAT® | Little Endian               |

Tab. 11.1: Formate

### 11.1 Registerbelegung

| Festwerte (read only)  |                                   |           | Einheit      | Länge  | Typ   |                     | Adresse             |
|--|-----------------------------------|-----------|--------------|--------|-------|---------------------|---------------------|
|  | MaxCapacity                       | 4.000.000 | 1/1000 Joule | 4 byte | dword |                     | 2 (MSB) - 5 (LSB)   |
|  | Minimum energy                    | 400.000   | 1/1000 Joule | 4 byte | dword |                     | 6-9                 |
|  | Minimum irradiation time          | 1         | ms           | 2 byte | word  |                     | 10-11               |
|  | Maximum irradiation time          | 1000      | ms           | 2 byte | word  |                     | 12-13               |
|  | Maximum power                     | 8000      | Watt         | 2 byte | word  |                     | 14-15               |
|  | Minimum absorber temperature      | 0         | °C           | 2 byte | word  |                     | 16-17               |
|  | Maximum absorber temperature      | 80        | °C           | 2 byte | word  |                     | 18-19               |
|  | Pulse duration Measurement avail. | 0 / 1     |              | 2 byte | word  |                     | Byte 21:Bit 0       |
|  | Typ                               |           | -            | 2 byte | word  |                     | 22-23               |
|  | Release                           |           | -            | 2 byte | word  |                     | 24-25               |
|  |                                   |           |              |        |       |                     |                     |
| Variable (read only)   |                                   |           |              |        |       | Aktualisierungsrate |                     |
|  | Remaining capacity                |           | 1/1000 Joule | 4 byte | dword | > 5 Hz              | 26 (MSB)-29 (LSB)   |
|  | Absorber temperature              |           | 1/1000 °C    | 4 byte | dword | > 5 Hz              | 30-33               |
|  | Housing 1 temperature             |           | 1/1000 °C    | 4 byte | dword | pro Messzyklus      | 34-37               |
|  | Housing 2 temperature             |           | 1/1000 °C    | 4 byte | dword | pro Messzyklus      | 38-41               |
|  | Housing 3 temperature             |           | 1/1000 °C    | 4 byte | dword | pro Messzyklus      | 42-45               |
|  | Measured Energy                   |           | 1/1000 Joule | 4 byte | dword | pro Messzyklus      | 46-49               |
|  | Measured Power                    |           | 1/1000 Watt  | 4 byte | dword | pro Messzyklus      | 50-53               |
|  | Measured irradiation time         |           | Mikrosecond  | 4 byte | dword | pro Messzyklus      | 54-57               |
| Nur bei Geräten mit der Kennzeichnung AP3s auf dem Typenschild | Ontime                            |           | Mikrosecond  | 4 byte | dword | pro Messzyklus      | 66-69 <sup>1)</sup> |
|  | Offtime                           |           | Mikrosecond  | 4 byte | dword | pro Messzyklus      | 70-73               |
|  | Count of pulses                   |           | -            | 4 byte | dword | pro Messzyklus      | 74-77               |

Tab. 11.2: Übersicht der Registerbelegung

| Festwerte (read only)       |                             | Einheit           | Länge  | Typ  | Adresse                      |               |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|--------|------|------------------------------|---------------|
| 1) Bussystem bedingte Lücke |                             |                   |        |      |                              |               |
| Status                      | Statusbyte (read only)      |                   | 2 byte |      |                              |               |
|                             | Ready for Measurement       | statusbyte1.Bit 0 |        | Bool | > 5 Hz                       | Byte 0: Bit 0 |
|                             | Measurement running         | statusbyte1.Bit 1 |        | Bool | > 5 Hz                       | 0:1           |
|                             | Measurement finished        | statusbyte1.Bit 2 |        | Bool | > 5 Hz                       | 0:2           |
|                             | Absorber too hot            | statusbyte1.Bit 3 |        | Bool | > 5 Hz                       | 0:3           |
|                             | PMM is idle                 | statusbyte1.Bit 4 |        | Bool | > 5 Hz                       | 0:4           |
|                             | Irradiation failure         | statusbyte1.Bit 5 |        | Bool | > 5 Hz                       | 0:5           |
|                             | Start acknowledged          | statusbyte1.Bit 6 |        | Bool | > 5 Hz                       | 0:6           |
|                             | Shutter acknowledged        | statusbyte1.Bit 7 |        | Bool | > 5 Hz                       | 0:7           |
|                             | Shutter is open             | statusbyte2.Bit 0 |        | Bool | > 5 Hz                       | Byte 1:0      |
|                             | Shutter is closed           | statusbyte2.Bit 1 |        | Bool | > 5 Hz                       | 1:1           |
|                             | Shutter is moving           | statusbyte2.Bit 2 |        | Bool | > 5 Hz                       | 1:2           |
|                             | Shutter timeout             | statusbyte2.Bit 3 |        | Bool | > 5 Hz                       | 1:3           |
|                             | Shutter-Fehler Winkelsensor | statusbyte2.Bit 4 |        | Bool | > 5 Hz                       | 1:4           |
|                             |                             |                   |        |      |                              | 1:5           |
| Command                     | Commandbyte (write only)    |                   | 1 byte |      | Bits sind exklusiv zu setzen |               |
|                             | Start measurement           | Commandbyte Bit 0 |        | Bool |                              | 0:0           |
|                             | do open shutter             | Commandbyte Bit 1 |        | Bool |                              | 0:1           |
|                             | do close shutter            | Commandbyte Bit 2 |        | Bool |                              | 0:2           |
|                             | do_reset                    | Commandbyte Bit 7 |        | Bool |                              | 0:7           |

Tab. 11.2: Übersicht der Registerbelegung

## 11.2 Konfigurationsdaten

Die Konfigurationsdaten beinhalten alle Geräteparameter, die ab Werk fest eingestellt sind und über die Möglichkeiten des Gerätes informieren.

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>MaxCapacity</b>              | Maximale Energie (= Wärmemenge), die der Absorber bei Starttemperatur von 20 °C bis zur maximalen Temperatur aufnehmen kann. Dieser Wert dient nur zur allgemeinen Information und wird in keiner Berechnung benötigt. |
| <b>Minimum irradiation time</b> | Die minimale Bestrahlungszeit ist nur zur allgemeinen Information angegeben und wird in keiner Berechnung benötigt.  |
| <b>Maximum irradiation time</b> | Die maximale Bestrahlungszeit sollte nicht überschritten werden, weil sonst die Energieinhaltsbestimmung des Absorbers erhöhte Ungenauigkeiten aufweist.   |
| <b>Maximum power</b>            | Die maximale Leistung gibt die maximale Laserstrahlleistung an, mit welcher der Absorber bestrahlt werden darf. Wird die Leistung überschritten, kann der Absorber beschädigt werden.                                  |

Tab. 11.3: Übersicht der Konfigurationsdaten



|  |   |
|--|---|
| <b>Minimum energy</b>                    | Für eine Messung mit gewünschter Genauigkeit muss der Laserstrahl eine ausreichende Temperaturerhöhung erzeugen. Für diese Temperaturerhöhung ist eine Mindestenergie notwendig. Dieser Wert ist in dieser Konstanten enthalten. Für die Bestrahlungszeit gilt die Bedingung: $t_{\text{Bestrahlung}} > \text{Minimum energy} / P_{\text{Laser}}$ |
| <b>Minimum absorber temperature</b>      | Die minimale Temperatur des Absorbers hat für dieses Messsystem zurzeit keine Bedeutung.  |
| <b>Maximum absorber temperature</b>      | Bei Temperaturen des Absorbers oberhalb der „Maximum absorber temperature“ wird eine Warnmeldung ausgegeben, weil der Absorber bei weiterer Bestrahlung überhitzen würde.   |
| <b>Pulse duration Measurement avail.</b> | Diese Konstante zeigt an, ob das Messgerät über eine eingebaute Pulsdauermessung verfügt. Nur bei PMM Typ AP3s.   |

Tab. 11.3: Übersicht der Konfigurationsdaten

### 11.3 Variablen

Die während der Messung erzeugten Daten werden in den Variablen gespeichert. Die gemessenen Temperaturen werden schneller als 1 Hz aktualisiert, die gemessene Energie, Leistung und Bestrahlungszeit einmal pro Messzyklus.

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Remaining capacity</b>        | In dieser Variablen wird die verbleibende nutzbare Wärmekapazität des Absorbers angezeigt. Bei der nächsten Messung darf nie mehr Energie eingestrahlt werden, als in dieser Variablen angegeben wird. Bei einer Überschreitung der Energie wird der Absorber überhitzt. (Ab 80 °C Absorbtemperatur: remaining capacity = 0). |
| <b>Absorber temperature</b>      | Die aktuelle Temperatur des Absorbers. Dieser Wert dient nur zur Information.   |
| <b>Housing 1 temperature</b>     | Die aktuelle Temperatur des Gehäuses. Dieser Wert dient nur zur Information.  |
| <b>Housing 2 temperature</b>     | Die aktuelle Temperatur des Gehäuses. Dieser Wert dient nur zur Information.  |
| <b>Housing 3 temperature</b>     | Die aktuelle Temperatur des Gehäuses. Dieser Wert dient nur zur Information.  |
| <b>Measured Energy</b>           | Anzeige der gemessenen Energie der letzten Messung.   |
| <b>Measured Power</b>            | Anzeige der errechneten Laserleistung der letzten Messung. Die Laserleistung wird aus der Bestrahlungszeit und der gemessenen Energie berechnet.  |
| <b>Measured irradiation time</b> | Anzeige der Bestrahlungszeit der letzten Messung.   |
| <b>Measured Ontime</b>           | Anzeige der gemessenen Laser-Ontime der letzten Messung.  |
| <b>Measured Offtime</b>          | Anzeige der gemessenen Laser-Offtime der letzten Messung.   |
| <b>Measured Count of pulses</b>  | Anzahl der gemessenen Pulse der letzten Messung.  |

Tab. 11.4: Übersicht der Variablen

### 11.4 Statusinformationen

Der aktuelle Status wird in den Statusbits angezeigt. Die Statusbits sind in zwei Statusbytes organisiert.

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Ready for Measurement</b> | Das PMM ist messbereit.  |
| <b>Measurement running</b>   | Der Laser hat einen Puls auf das PMM abgegeben und wertet nun die Messung aus.               |
| <b>Measurement finished</b>  | Der Messzyklus ist abgeschlossen, die Messergebnisse stehen in den entsprechenden Registern. |

Tab. 11.5: Übersicht der Statusinformationen

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Absorber too hot</b>             | Der Absorber ist zu heiß für eine weitere Messung. Für eine Messung muss sich der Absorber abkühlen, bis die Temperatur unter die maximale Absorbtemperatur gefallen ist.<br><br><b>Hinweis:</b> Das Übertemperaturbit zeigt lediglich an, dass augenblicklich keine weitere Messung mehr möglich ist. Ein aktives Bit nach der Messung stellt keine Störung dar und wird innerhalb einer Minute wieder zurückgesetzt. |
| <b>PMM is idle</b>                  | Das PMM befindet sich im Grundzustand und wartet auf einen Befehl.   |
| <b>Irradiation failure</b>          | Die Bestrahlungszeitmessung hat einen Aussetzer der Laserleistung während des Laserpulses detektiert. Dieses Bit dient nur zur Information.  |
| <b>Start acknowledge</b>            | Das „start measurement“-Signal im Commandbyte wurde erkannt und kann jetzt wieder deaktiviert werden. Die Messbereitschaft des Gerätes wird hergestellt.   |
| <b>Shutter acknowledge</b>          | Das „Open shutter“- oder „Close shutter“-Signal im Commandbyte wurde erkannt und kann jetzt wieder deaktiviert werden.   |
| <b>Shutter is open</b>              | Der Verschluss des PMM ist offen.  |
| <b>Shutter is closed</b>            | Der Verschluss des PMM ist geschlossen.  |
| <b>Shutter is moving</b>            | Der Verschluss des PMM bewegt sich.  |
| <b>Shutter timeout</b>              | Der Verschluss ist innerhalb von 5 Sekunden nicht in die gewünschte Position gefahren. Das Flag wird mit dem Resetbefehl als auch einem neuen open / close-shutter-Befehl gelöscht.  |
| <b>Shutter-Fehler Winkel-sensor</b> | Der Winkelsensor zur Bestimmung des Winkels des Verschlusses ist gestört.  |

Tab. 11.5: Übersicht der Statusinformationen

## 11.5 Befehle

Die Befehle werden über vier Command-Bits an das Gerät gesendet. Es darf immer nur ein Bit gesetzt werden.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Start measurement</b> | Das „Start measurement“-Bit startet einen neuen Messzyklus. Der Startbefehl wird nur dann ausgeführt, wenn alle Statusbedingungen erfüllt werden. Das Gerät zeigt den Empfang des Befehls über das „Acknowledge“-Bit im Status an. Das „Start measurement“-Bit kann dann wieder deaktiviert werden. |
| <b>Do open shutter</b>   | Das Setzen dieses Bits führt zu einer Öffnung des Verschlusses. Die Ausführung des Befehls kann an den Statusbits überwacht werden. Nach dem der Verschluss als offen gemeldet ist, kann das Bit wieder deaktiviert werden.   |
| <b>Do close shutter</b>  | Das Setzen dieses Bits führt zu einem Schließen des Verschlusses. Die Ausführung des Befehls kann an den Statusbits überwacht werden. Nachdem der Verschluss als geschlossen gemeldet ist, kann das Bit wieder deaktiviert werden.  |
| <b>Do_reset</b>          | Das Setzen dieses Bits bringt das PMM in den Grundzustand. Das „Idle“-Bit wird gesetzt.   |

Tab. 11.6: Übersicht der Befehle

## 12 Einbindung im PROFINET®

### GSDML-Datei

Die Anmeldung des PMM erfolgt mit Hilfe der GSDML-Datei beim Busmaster. Innerhalb der GSDML-Datei sind alle Parameter und Variablen in Blöcken zusammengefasst (z. B. Status, Results). Die Inhalte der einzelnen Blöcke sind in der Tab. 11.2 auf Seite 39 aufgelistet. Die GSDML-Datei für das PMM befindet sich auf dem mitgelieferten Datenträger.

Auf dem Datenträger ist ebenfalls ein Bild des PMM als Bitmap im Format 70 x 40 Pixel enthalten, das für die symbolische Darstellung benötigt wird.

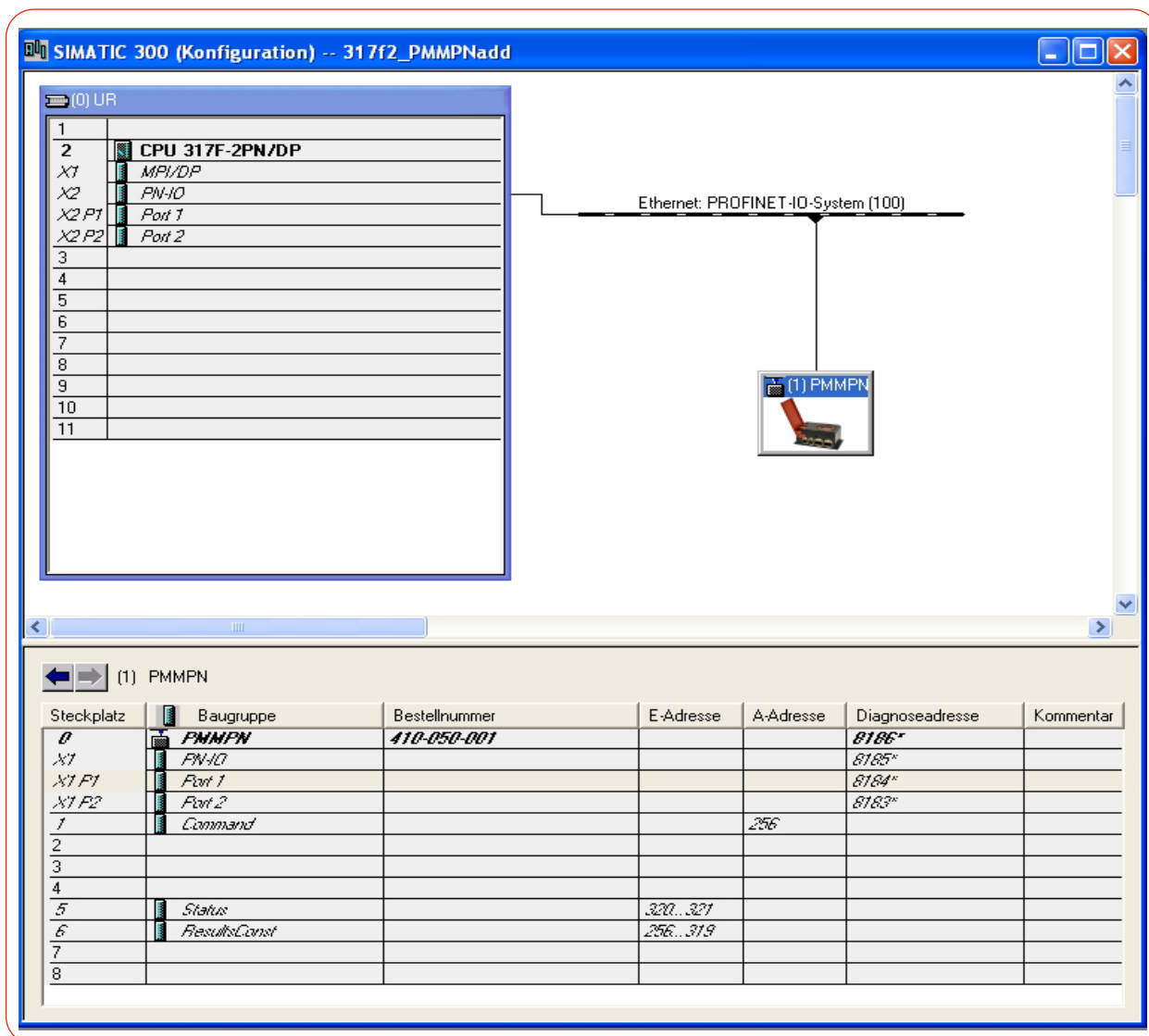


Abb. 12.1: Installierte GSDML-Datei

## 13 Einbindung im EtherCAT®

EtherCAT® steht für Ethernet for Control Automation Technology und ist ein auf Ethernet basierender Feldbus. EtherCAT® ist für die von den Feldbussen her bekannte Bus- oder Linienstruktur optimiert. In dieser Topologie werden die EtherCAT®-Slave-Teilnehmer in Reihe geschaltet. Um dies zu ermöglichen, hat jeder EtherCAT®-Slave-Teilnehmer einen kommenden und einen weiterführenden Ethernet-Anschluss.

Das EtherCAT®-Netzwerk wird mit der Automatisierungssoftware TwinCAT® unter Windows® konfiguriert. Für die Konfiguration werden die elektronischen Datenblätter der angeschlossenen EtherCAT®-Geräte, die sogenannten ESI-Dateien (EtherCAT® Slave Information) benötigt. Jedes EtherCAT®-Gerät benötigt eine individuelle ESI-Datei, die vom jeweiligen Gerätehersteller zur Verfügung gestellt wird.

TwinCAT® 3 beinhaltet alle Sprachen nach IEC-61131-3. Das Programm für den PMM ist in ST (Strukturierter Text) geschrieben.

Voraussetzungen für das Einbinden in EtherCAT®:

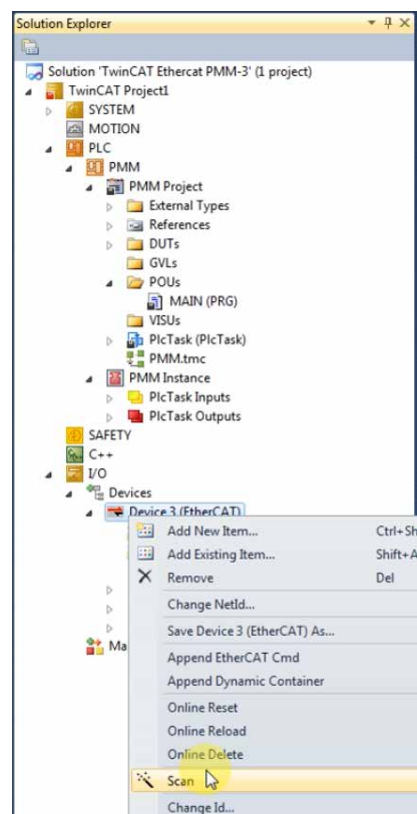
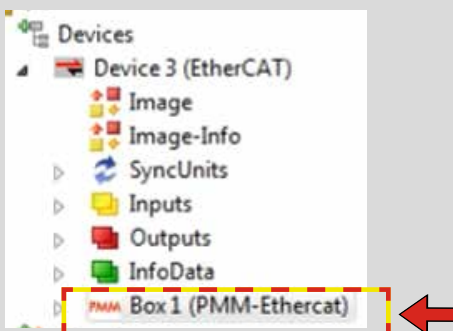
- Die TwinCAT®-Software ist auf dem PC installiert (eine detaillierte Installationsanweisung finden Sie auf der Webseite des Herstellers Beckhoff).
- Die ESI-Datei **PRIMES PMM ECS Vx.x.xml** ist in das TwinCAT®-Verzeichnis (üblicherweise im Ordner `c:\TwinCAT3.x\Config\Io\EtherCAT`) kopiert. Die ESI-Datei **PRIMES PMM ECS Vx.x.xml** befindet sich auf dem mitgelieferten Datenträger.
- Das PMM ist über ein Ethernet-Patchkabel der Qualität CAT5e oder höher angeschlossen.



Die folgenden Beschreibungen bezieht sich auf die TwinCAT®-Version 3.1. Die dargestellten TwinCAT®-Anzeigen können sich in Abhängigkeit von der Build-Version ändern.

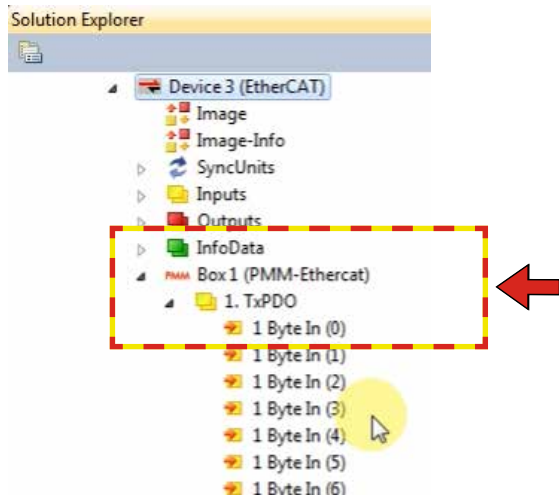
### 13.1 PMM im Gerätebaum einbinden

1. Starten Sie den TwinCAT System Manager.
  2. Markieren Sie im Projektbaum **I/O --> Devices** das Gerätesymbol **Device (EtherCAT)** und klicken Sie im Kontextmenü auf **Scan**.
- 👁 Das PMM-Icon erscheint im Gerätebaum.

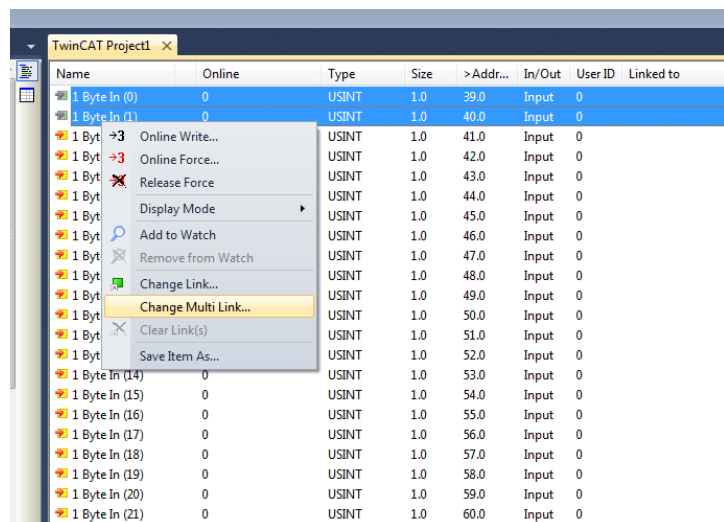


## 13.2 Prozessdatenmapping

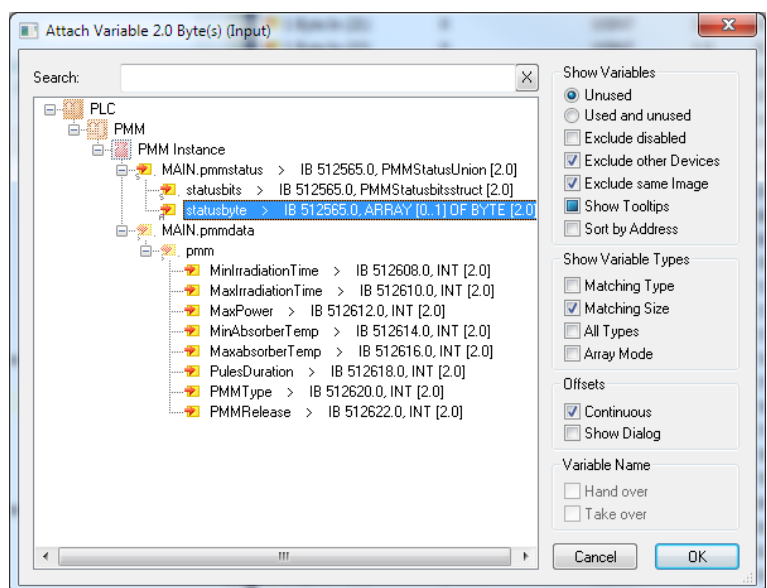
1. Öffnen Sie die Box **PMM Ethercat**.
2. Öffnen Sie das Unterverzeichnis für die Eingangsdaten **TxPDO**.



3. Markieren Sie im Projektfenster die ersten zwei Bytes (Statusbytes) und klicken Sie im Kontextmenü auf **Change Multi Link...**



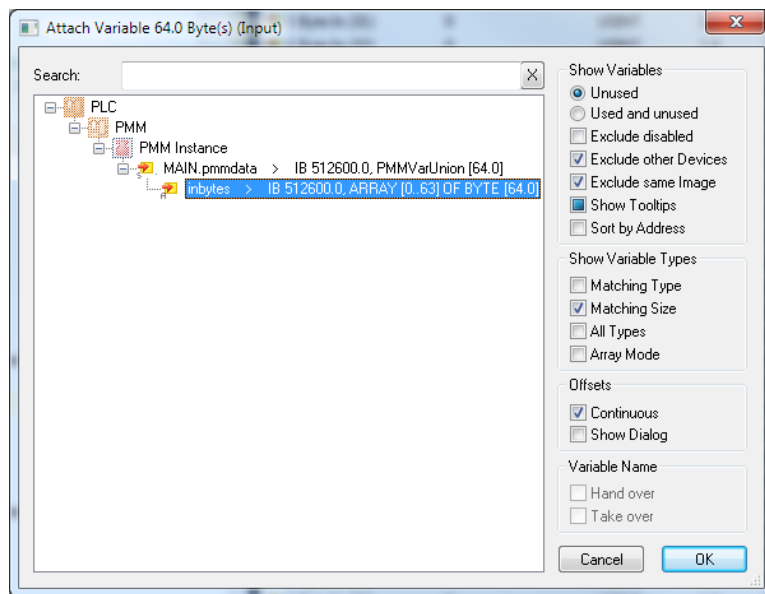
4. Markieren Sie den Eingang **Statusbyte** und klicken Sie auf **OK**.



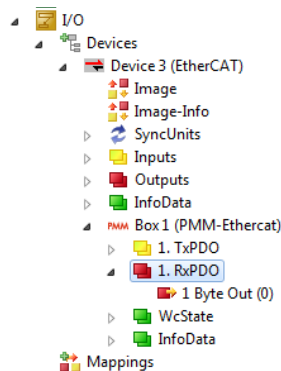
5. Markieren Sie im Projektfenster alle restlichen Bytes und klicken Sie im Kontextmenü auf **Change Multi Link....**

| Name           | Online | Type  | Size | >Addr... | In/Out | User ID | Linked to |
|----------------|--------|-------|------|----------|--------|---------|-----------|
| 1 Byte In (10) | 0      | USINT | 1.0  | 49.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (11) | 0      | USINT | 1.0  | 50.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (12) | 0      | USINT | 1.0  | 51.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (13) | 0      | USINT | 1.0  | 52.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (14) | 0      | USINT | 1.0  | 53.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (15) | 0      | USINT | 1.0  | 54.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (16) | 0      | USINT | 1.0  | 55.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (17) | 0      | USINT | 1.0  | 56.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (18) | 0      | USINT | 1.0  | 57.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (19) | 0      | USINT | 1.0  | 58.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (20) | 0      | USINT | 1.0  | 59.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (21) | 0      | USINT | 1.0  | 60.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (22) | 0      | USINT | 1.0  | 61.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (23) | 0      | USINT | 1.0  | 62.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (24) | 0      | USINT | 1.0  | 63.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (25) | 0      | USINT | 1.0  | 64.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (26) | 0      | USINT | 1.0  | 65.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (27) | 0      | USINT | 1.0  | 66.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (28) | 0      | USINT | 1.0  | 67.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (29) | 0      | USINT | 1.0  | 68.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (30) | 0      | USINT | 1.0  | 69.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (31) | 0      | USINT | 1.0  | 70.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (32) | 0      | USINT | 1.0  | 71.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (33) | 0      | USINT | 1.0  | 72.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (34) | 0      | USINT | 1.0  | 73.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (35) | 0      | USINT | 1.0  | 74.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (36) | 0      | USINT | 1.0  | 75.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (37) | 0      | USINT | 1.0  | 76.0     | Input  | 0       |           |
| 1 Byte In (38) | 0      | USINT | 1.0  | 77.0     | Input  | 0       |           |

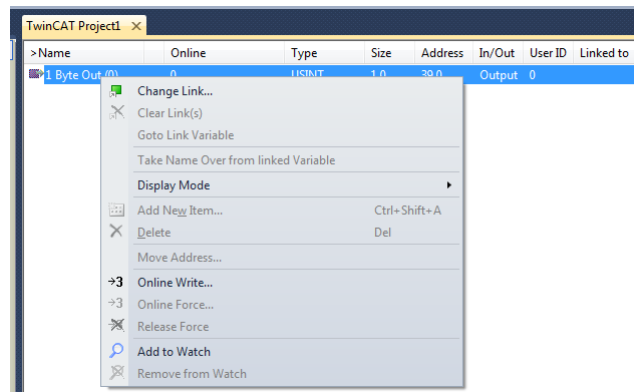
6. Markieren Sie den Eingang *inbytes* und klicken Sie auf **OK**.



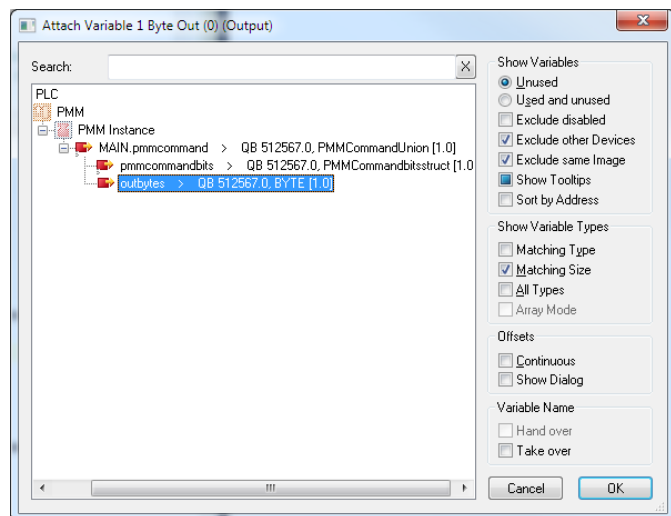
7. Öffnen Sie das Unterverzeichnis für die Ausgangsdaten **RxPDO**.



8. Markieren Sie im Projektfenster das CommandByte und klicken Sie im Kontextmenü auf **Change Link...**



9. Markieren Sie den Ausgang **out-bytes** und klicken Sie auf **OK**.



Nach abgeschlossenem Mapping können die Variablengruppen und ihre aktuellen Zustände im Programmfenster (Main [Online]) angezeigt werden.

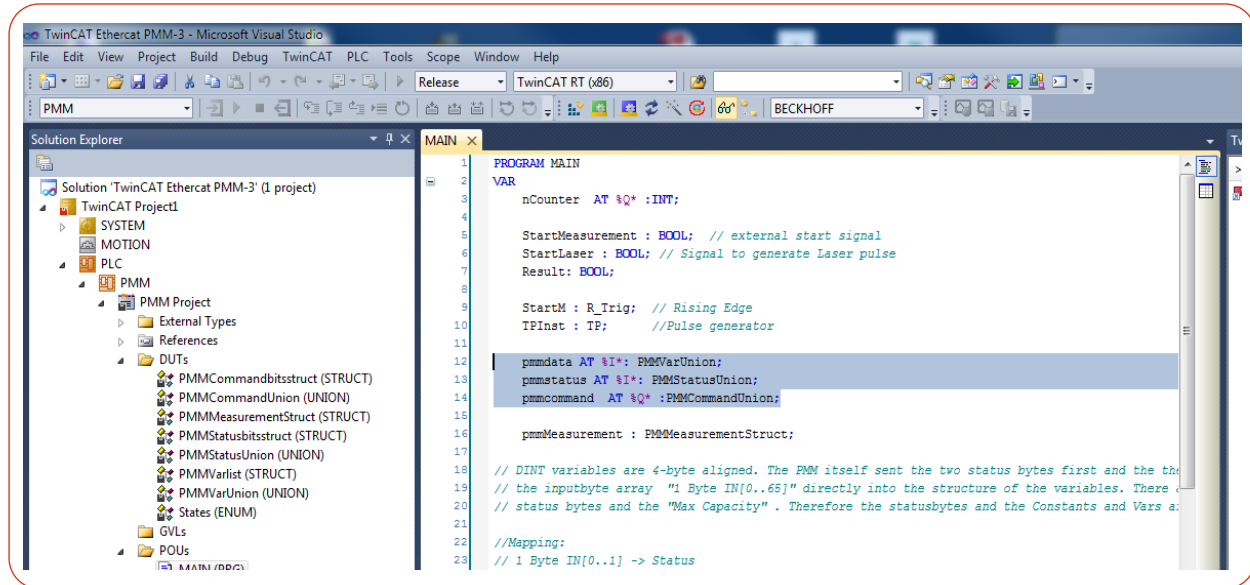


Abb. 13.1: Anzeige der Variablengruppen und ihre aktuellen Zustände

Beispiel: Zustände der Statusbits

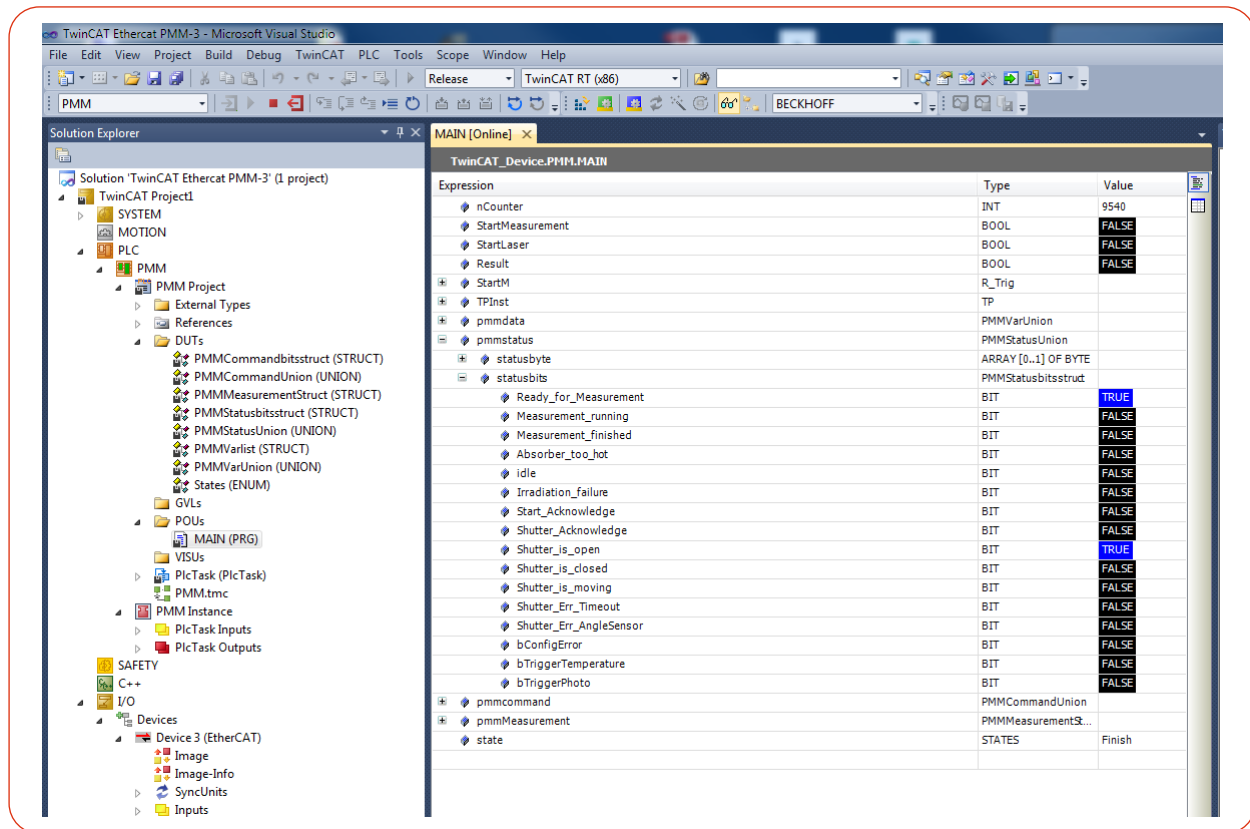


Abb. 13.2: Zustände der Statusbits



## 14 Wartung und Inspektion

### 14.1 Wartungsintervalle

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

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

### 14.2 Reinigung

#### 14.2.1 Geräteoberflächen reinigen

1. Lassen Sie das Gerät nach einer Messung eine angemessene Zeit abkühlen.
2. Reinigen Sie die Geräteoberfläche zuerst 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.

#### 14.2.2 Schutzglas reinigen

1. Lassen Sie das Gerät nach einer Messung eine angemessene Zeit abkühlen.
2. Entnehmen Sie die Wechselkassette gemäß Kapitel 14.3.2 auf Seite 51.
3. Demontieren Sie das Schutzglas gemäß Kapitel 14.3.3 auf Seite 52.
4. Reinigen Sie das Schutzglas zuerst mit gereinigter, ölfreier Druckluft.
5. Für die weitere Reinigung verwenden Sie Isopropanol (beachten Sie die Sicherheitshinweise des Herstellers).  
Die Beschichtung des Schutzglases ist besonders kratzempfindlich. Verwenden Sie Tücher, die zur Reinigung von Schutzgläsern geeignet sind.
6. Ersetzen Sie bei starker, nicht entfernbare Verschmutzung oder Beschädigung das Schutzglas durch ein Neues.

### 14.3 Schutzglas wechseln

Das Schutzglas im Strahleintritt ist ein Verschleißteil und kann bei Bedarf gewechselt werden.



Das Schutzglas ist mit einer Antireflex-Beschichtung beschichtet und hat geringe Reflexionswerte kleiner 1 %. Um erhöhte Reflexion zu vermeiden, verwenden Sie ausschließlich original PRIMES Schutzgläser.

Schutzglasdurchmesser 55 mm

Glasdicke 1,5 mm

Bestellnummer 410-070-021 (1 Stück); 410-070-031 (10 Stück)

**14.3.1 Warnhinweise****GEFAHR****Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Laserstrahlung**

Ist das Schutzglas nicht korrekt eingelegt, kann durch Reflexion gerichtete Laserstrahlung entstehen.

- ▶ Achten Sie darauf, dass das neue Schutzglas plan in der Vertiefung der Wechselkassette liegt.

**VORSICHT****Verbrennungen durch heiße Bauteile**

Das Schutzglas und die Optik unter dem Schutzglas sind nach einer Messung heiß. Unter der Wechselkassette liegt eine Öffnung mit dem Absorber. Das Berühren des heißen Absorbers kann zu schweren Verbrennungen führen.

- ▶ Reinigen bzw. Wechseln Sie das Schutzglas nicht direkt nach einer Messung.
- ▶ Greifen Sie nicht in die Geräteöffnung unter der Wechselkassette.
- ▶ Lassen Sie das Gerät eine angemessene Zeit abkühlen.

**ACHTUNG****Beschädigung/Zerstörung des Gerätes**

Verschmutzungen und Fingerabdrücke am Schutzglas können im Messbetrieb zur Beschädigung oder zum Zerspringen bzw. Splintern des Schutzglases führen.

- ▶ Reinigen bzw. Wechseln Sie das Schutzglas nur in staubfreier Umgebung.
- ▶ Berühren Sie nicht das Schutzglas mit bloßen Händen.  
Berühren Sie nicht die Optik.
- ▶ Tragen Sie beim Schutzglaswechsel geeignete Handschuhe.

### 14.3.2 Wechsellkassette austauschen

1. Beachten Sie die Warnhinweise im Kapitel 14.3.1 auf Seite 50.
2. Schalten Sie den Laserstrahl aus.
3. Stellen Sie sicher, dass alle bewegliche Teile, z. B. Roboterarme, etc. im Stillstand sind und dass diese nicht unbeabsichtigt in Bewegung gebracht werden können.
4. Lassen Sie das Gerät eine angemessene Zeit abkühlen.
5. Öffnen Sie den Verschluss.
6. Ziehen Sie geeignete Handschuhe an.
7. Drücken Sie den Taster der Kassettenverriegelung.
  - ➔ Die Wechsellkassette wird von einem Auswerfer automatisch angehoben.
8. Ziehen Sie die Wechsellkassette aus dem Gehäuse heraus.
9. Setzen Sie die neue Wechsellkassette schräg in die Gehäuseausfräsung ein.
10. Halten Sie den Taster der Kassettenverriegelung gedrückt.
11. Drücken Sie die Wechsellkassette in das Gehäuse und lassen Sie den Taster los.
  - ➔ Die Wechsellkassette ist nun verriegelt.
12. Schließen Sie den Verschluss.

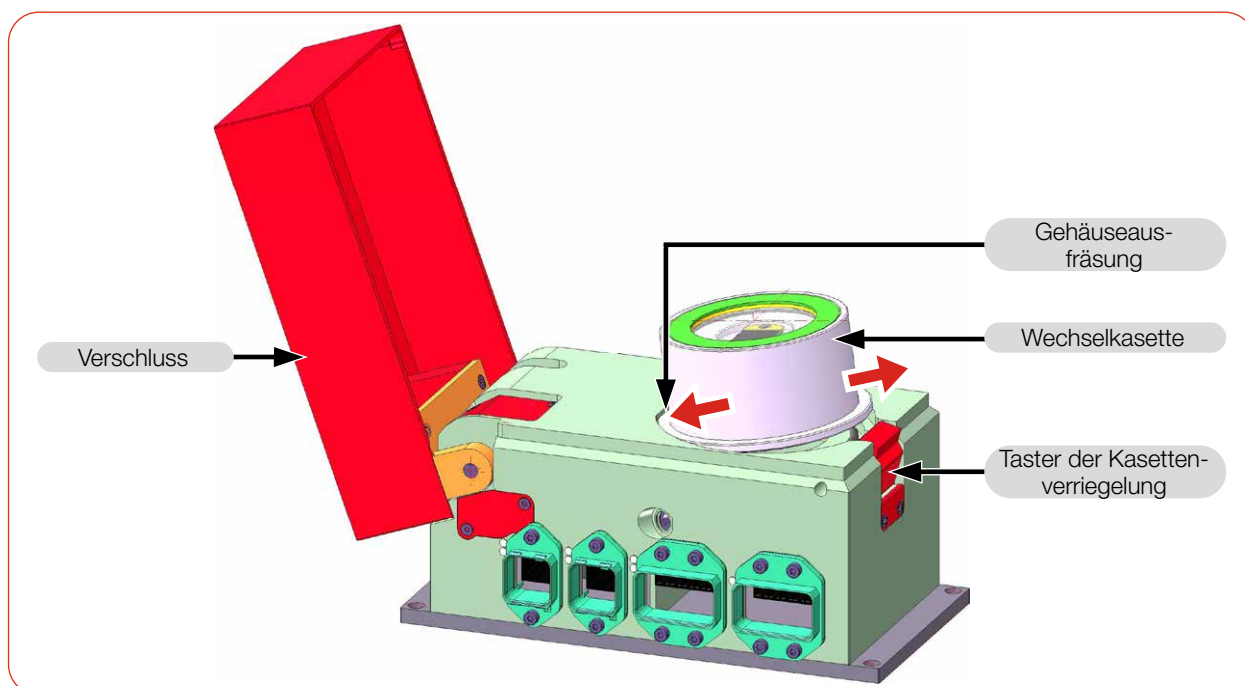


Abb. 14.1: Wechsellkassette austauschen

### 14.3.3 Schutzglas der Wechselkassette austauschen

1. Nehmen Sie die Wechselkassette gemäß Kapitel 14.3.2 auf Seite 51 aus dem Gerät.
2. Ziehen Sie geeignete Handschuhe an.
3. Fassen Sie den Haltering am Umfang und heben Sie diesen heraus.  
Der Haltering wird magnetisch in der Wechselkassette gehalten.
4. Drücken Sie das Schutzglas mit einem stumpfen Gegenstand am Rand nieder, fassen Sie es am Umfang an und heben Sie es heraus.  
Falls der O-Ring am Schutzglas haften bleibt, entfernen Sie ihn und setzen Sie ihn wieder in die Eintritts-  
apertur ein.  
Berühren Sie dabei nicht die Optik.
5. Prüfen Sie das gereinigte oder ein neues Schutzglas auf Verunreinigungen.
6. Setzen Sie das neue Schutzglas in die Wechselkassette ein.  
Achten Sie darauf, dass der eingelegte O-Ring nicht verrutscht.
7. Legen Sie den Kunststoffring (Polyoxymethylen) unter den magnetischen Haltering und setzen Sie diese auf das Schutzglas.
8. Prüfen Sie den sicheren Sitz des Schutzglases.  
Der Haltering mit Teflonscheibe und Schutzglas müssen plan in der Wechselkassette liegen.

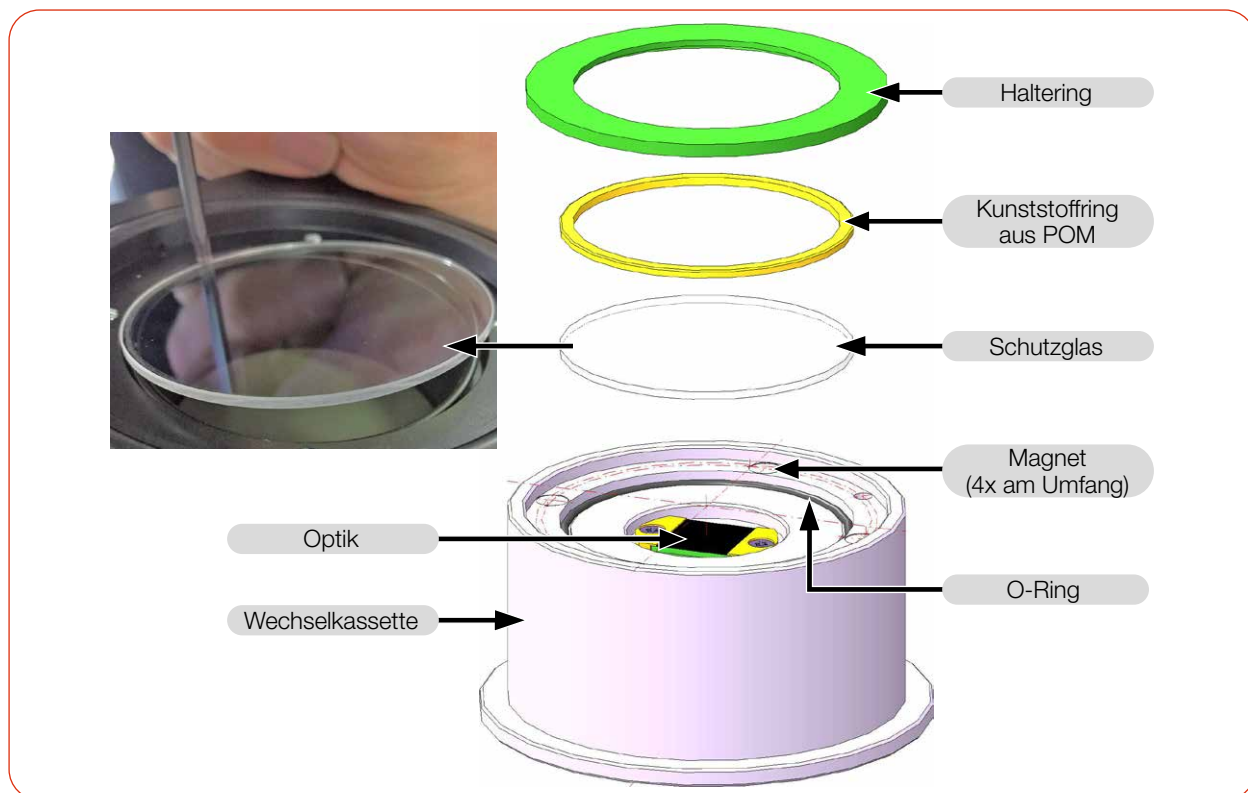


Abb. 14.2: Schutzglas der Wechselkassette austauschen

## 15 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.

## 16 Einbauerklärung für unvollständige Maschinen

### Original-Einbauerklärung für unvollständige Maschinen

nach der EG-Richtlinie Maschinen 2006/42/EG, Anhang II B

Der Hersteller: PRIMES GmbH, Max-Planck-Straße 2, 64319 Pfungstadt  
erklärt hiermit, dass die unvollständige Maschine mit der Bezeichnung:

#### **PowerMeasuringModule (PMM)**

**Typen: PMM, PMM A; PMM AP3s, AP3sBG**

die Bestimmungen der folgenden einschlägigen EG-Richtlinien erfüllt:

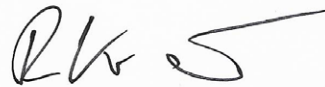
- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- EMV-Richtlinie 2014/30/EU
- Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU
- RoHS-Richtlinie 2011/65/EU zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten

Bevollmächtigter für die Dokumentation:  
PRIMES GmbH, Max-Planck-Str. 2, 64319 Pfungstadt

Die zur unvollständigen Maschine gehörende technische Dokumentation nach Anhang VII Teil B der Maschinenrichtlinie wurde erstellt. Der Hersteller verpflichtet sich, diese technischen Unterlagen der zuständigen nationalen Behörde bei begründetem Verlangen innerhalb einer angemessenen Zeit elektronisch zu übermitteln.

Diese unvollständige Maschine ist für den Einbau in einer Laseranlage bestimmt.  
Die Inbetriebnahme ist solange untersagt, bis sichergestellt wurde, dass die gesamte Maschine, in die diese unvollständige Maschine eingebaut ist, den Bestimmungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG und des Laser-Strahlungsschutzes u. a. DIN EN ISO 12254, DIN EN 60825 und TROS entspricht.

Pfungstadt, 15. November 2022



Dr. Reinhard Kramer, Geschäftsführer

## 17 Herstellererklärung



Wir, die PRIMES GmbH, erklären in alleiniger Verantwortung, dass die Gerätevariante

### **PowerMeasuringModule PMM PROFINET LWL**

folgende Anforderungen und Normen erfüllt:

- Guideline „Profinet Cabling and Interconnection Technology“, Version 2.00 March 2007
- PI-specification „Physical Layer Medium Dependent Sublayer on 650 nm Fiber Optics“ version 1.0 January 2008.
- IEC 61158-6-10/CD: 2010 Industrial Communication Networks – Fieldbus specification, Part 6-10: Application layer protocol specification – Type 10 elements (PROFINET).

## 18 Technische Daten

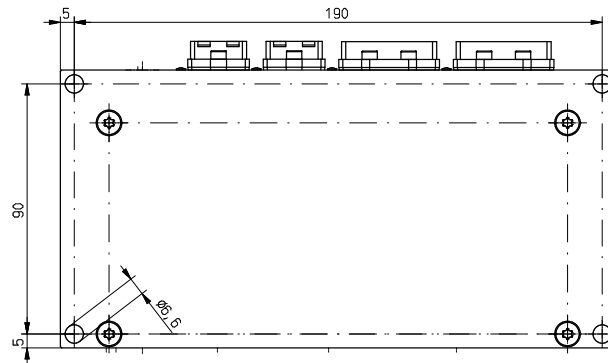
| Messparameter   |   |
|---|---|
| Leistungsbereich für Strahldurchmesser 4 – 5 mm   | 400 – 8 000 W   |
| Leistungsbereich für Strahldurchmesser > 5 – 8 mm   | 12 000 W  |
| Wellenlängenbereich (siehe Typenschild)   | 1 000 – 1 100 nm  |
| Strahldurchmesser am Schutzglas   | 4 – 8 mm  |
| Max. Leistungsdichte am Schutzglas  | 150 kW/cm <sup>2</sup>  |
| Bestrahlungszeit  | 0,1 – 1,0 s <sup>1)</sup> (abhängig von der Laserleistung)  |
| Min. Ein/Aus-Zeiten (Tastverhältnis) für gepulste Laser   | 50 µs<br>(z. B. max. 10 kHz bei 50 % Tastverhältnis)  |
| Max. Laseranstiegszeit  | < 1 % der Bestrahlungszeit  |
| Energie pro Messung   | 400 – 3 500 J   |
| Empfohlene Energie pro Messung  | 400 – 1 000 J   |
| Gesamtdauer bis zur Messwertausgabe   | < 5 s   |
| Nominale Messfrequenz   | 500 Joule: 1 Zyklus / 2 min<br>1 000 Joule: 1 Zyklus / 4 min  |
| <sup>1)</sup> Die angegebenen Maximalwerte sind immer im Zusammenhang mit der maximalen Energie zu verstehen ( $E = P \cdot t$ ). |   |
| Geräteparameter   |   |
| Max. Absorbtemperatur   | 120 °C  |
| Max. Einfallswinkel senkrecht zur Eintrittsapertur  | ± 5°  |
| Max. Toleranz zum mittigen Strahleinfall  | ± 1,0 mm  |
| Max. Strahldivergenz (Vollwinkel) bei einem Einfallswinkel von 0°   | typ. 50 mrad; max. 200 mrad   |
| Max. Strahldivergenz (Vollwinkel) bei einem Einfallswinkel von 5°   | 50 mrad   |
| Messgenauigkeit bei einem Einfallswinkel bis 5°   | ± 3 %   |
| Reproduzierbarkeit  | ± 1 %   |
| Versorgungsdaten  |   |
| <b>Cube M A</b>   |   |
| Elektrische Versorgung  |   |
| DC IN   | 24 V DC  +25 % / -20 %; 250 mA |
| DC OUT  | 24 V DC  / max. 5 A            |
| Kommunikation   |   |
| Schnittstellen (alternativ)   | PROFINET® / PROFINET® LWL<br>EtherCAT®<br>Weitere Schnittstellen auf Anfrage                                      |



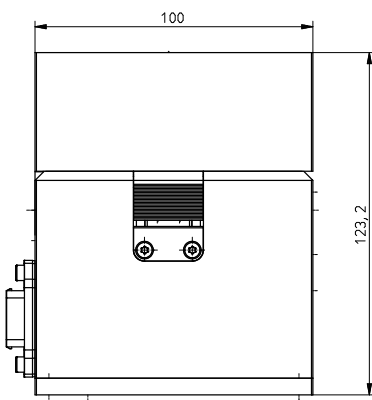
| <b>Maße und Gewichte</b>  |  |
|---|--|
| Abmessungen (L x B x H) ) (ohne Anschlüsse)                                   |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• geschlossen</li><li>• offen</li></ul> | 200 x 100 x 124 mm<br>246 x 100 x 227 mm |
| Gewicht (ca.)   | 2,9 kg                                   |
| <b>Umgebungsbedingungen</b>   |  |
| Gebrauchstemperaturbereich  | 15 – 40 °C                               |
| Lagerungstemperaturbereich  | 5 – 50 °C                                |
| Referenztemperatur  | 22 °C                                    |
| Zulässige relative Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)                     | 10 – 80 %                                |

19 Abmessungen

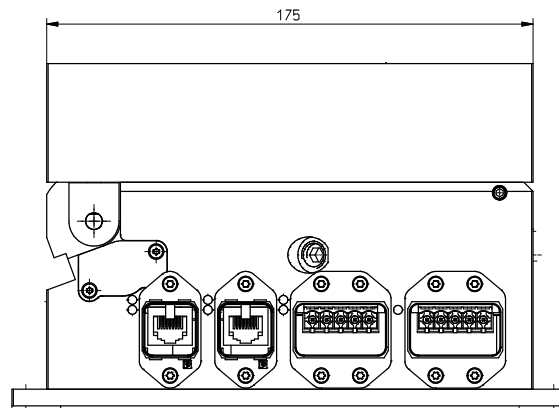
Unteransicht



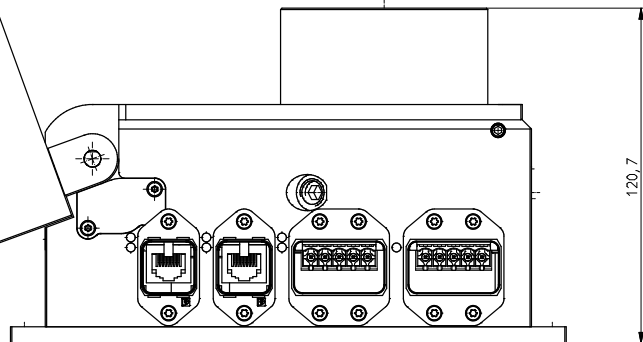
Seitenansicht Rechts



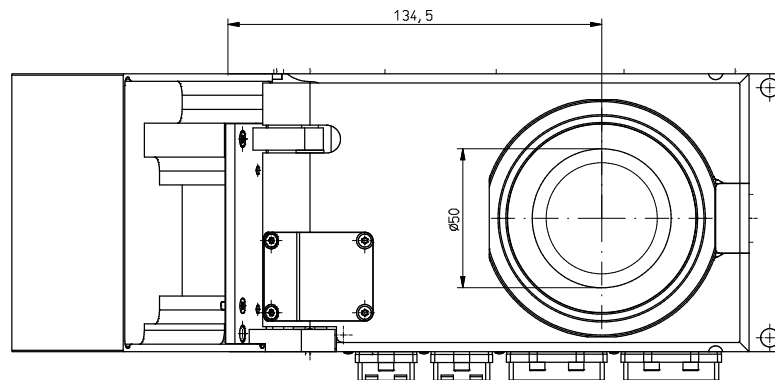
Vorderansicht



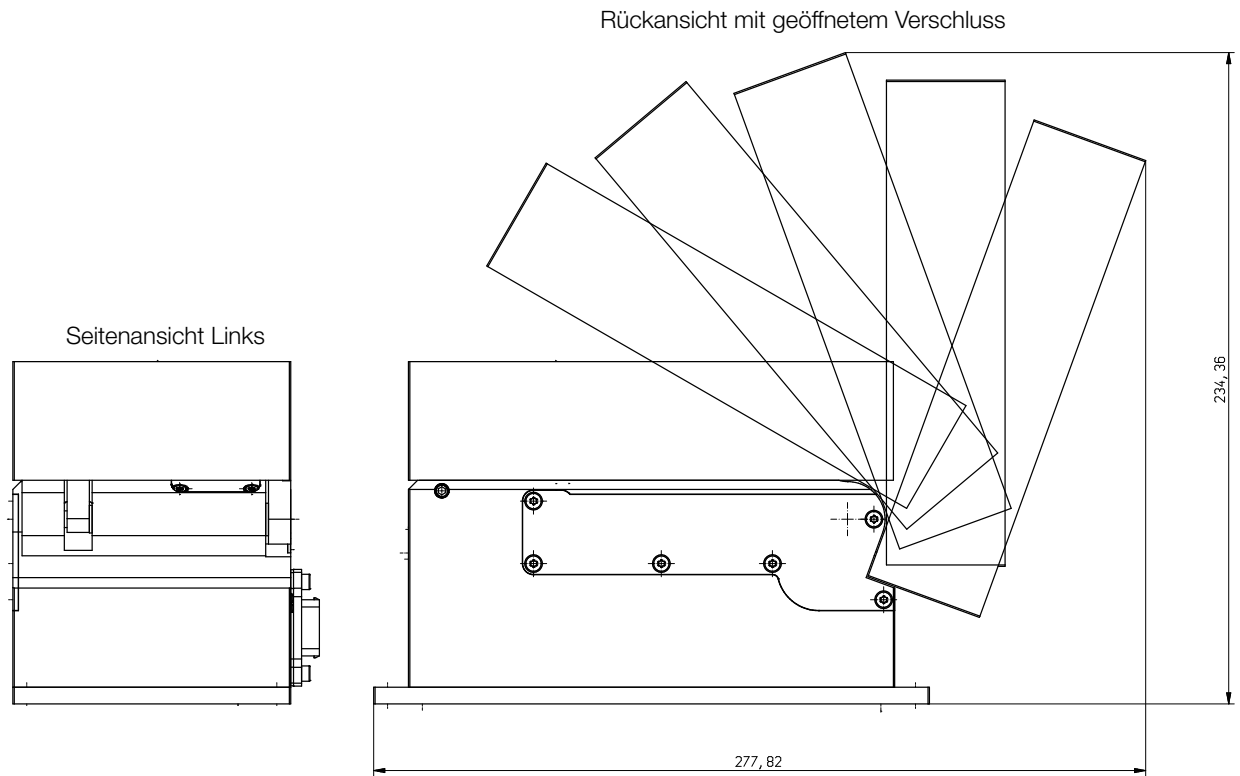
Vorderansicht mit geöffnetem Verschluss



Draufsicht



Maße in mm



Maße in mm

20 Anhang

A Add-On Instruction der Steuerungssoftware RSLogix 5000



Weitere Informationen finden Sie in der Datei „DeviceNet Project Report“ auf dem beiliegenden Datenträger.