



DE Version 4.1

# **Bedienungsanleitung**

PaintChecker Industrial

PaintChecker Industrial Multi

# Inhalt

1. Einleitung.....	4
1.1 Kurzbeschreibung.....	4
1.2 Lieferumfang .....	4
1.3 Allgemeines zur Bedienungsanleitung.....	4
1.4 Urheberrecht .....	4
1.5 Kundendienst .....	5
2. Sicherheitshinweise .....	6
2.1 Symbolerklärung der Piktogramme und Signalwörter .....	6
2.2 Richtige Anwendung.....	6
2.3 Sicherheitskennzeichnungen .....	6
2.4 Durch Elektrizität verursachte Risiken .....	7
2.5 Gefahren durch unsichtbare Lichtstrahlung des Sensors .....	7
2.6 Brandgefahren .....	9
2.7 Verantwortung des Betreibers.....	9
2.8 Anforderungen an das Personal .....	9
3. Produktbeschreibung .....	10
3.1 Das Funktionsprinzip der photothermischen Schichtdickenmessung.....	10
3.2 LARES® – Sicherheit neu definiert .....	10
3.3 Merkmale und Anwendungsbereich.....	10
3.4 Modellübersicht Sensoren .....	11
3.5 Modellübersicht Controller.....	13
3.6 Anschlüsse des Controllers .....	14
3.7 Kommunikationsschnittstellen .....	14
3.8 Zubehör.....	15
4. Installation .....	16
4.1 Allgemeine Hinweise zur Installation und Aufbau des Systems.....	16
4.2 Montage des Controllers.....	16
4.3 Montage des Sensors .....	17
5. Inbetriebnahme .....	18
5.1 Allgemeine Hinweise zur Inbetriebnahme.....	18
5.2 Messsystem anschalten.....	18
5.3 Ausrichten des Sensors .....	18
5.4 Kommunikation herstellen.....	18
6. Kalibrierung .....	19
6.1 Einführung.....	19
6.2 Bereitgestellte Kalibrierungen .....	19
6.3 Applikationen.....	19
6.4 Referenzproben und Referenzmeister.....	19
7. Betrieb .....	21
7.1 Messablauf .....	21
7.2 Selbst-Test .....	21
8. Kommunikationsprotokolle.....	23
8.1 Einleitung.....	23
8.2 Modbus RTU .....	23
8.3 Profinet .....	23
8.4 OptiSense ASCII-Protokoll .....	23
8.5 Fehler-Codes .....	24
9. Wartung .....	25
9.1 Ersatzteile.....	25
9.2 Austausch Sensorkabel.....	25

9.3 Austausch Controller.....	25
9.4 Austausch Sensor.....	26
9.5 Reinigen und Pflegen.....	26
9.6 Entsorgung.....	26
10. Technische Daten.....	27
10.1 Systemspezifikationen.....	27
10.2 Protokoll Messsystemsteuerung.....	34

## Abbildungsverzeichnis

Bild 1: PaintChecker Industrial Multi mit verschiedenen Laser- und LED-Sensoren	4
Bild 2: Das Funktionsprinzip der photothermischen Schichtdickenmessung	10
Bild 3: Modellübersicht Sensoren	11
Bild 4: PaintChecker Laser Line	12
Bild 5: PaintChecker Laser Angle	12
Bild 6: PaintChecker Laser Tube	12
Bild 7: Maßzeichnung Sensoren Industrial Cube LED-B, LED-R	13
Bild 8: Maßzeichnung   Controller industrial	14
Bild 9: Controller Industrial Multi	14
Bild 10: Controller Einbaumaße	16
Bild 11: Steckerbelegung	16
Bild 12: Nicht korrekter Abstand zum Messobjekt	17
Bild 13: Korrekter Abstand zum Messobjekt	17
Bild 14: Richtiger Abstand zum Messobjekt	18
Bild 15: Der Referenzmeister	20
Bild 16: Maßzeichnung Referenzpunkt	20
Bild 17: Maßzeichnung Referenzpunkt	20
Bild 18: Messbeispiel Referenzmeister	20
Bild 19: Typischer Messverlauf	21
Bild 20: System-Konfiguration	25
Bild 21: Entsorgung	26
Bild 21: Blockschaltbild	30
Bild 22: Steckerpositionen	33

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anwendungsbeispiele ASCII-Protokoll.....	23
Tabelle 2: Fehlerbits.....	24
Tabelle 3: Stecker Sensorkabel.....	25
Tabelle 4: Spezifikationen Lasersensoren .....	27
Tabelle 5: Spezifikationen Controller.....	29
Tabelle 6: Steckerbelegung X14 .....	32
Tabelle 7: Steckerbelegung X15 / X15.1 .....	32
Tabelle 8: Steckerbelegung X16 / X16.1 .....	32
Tabelle 9: Steckerbelegung X17 .....	32
Tabelle 10: Eingangssignale .....	34
Tabelle 11: Ausgangssignale.....	37

# 1. Einleitung

## 1.1 Kurzbeschreibung

Die PaintChecker Industrial Systeme sind photothermische Messsysteme gemäß DIN EN 15042-2:2006 und der Norm DIN EN ISO 2808:2019. Sie werden zur berührungslosen und zerstörungsfreien Schichtdickenmessung verwendet.

Sie sind für feuchte und trockene Beschichtungen, z. B. lösungsmittelhaltige und wasserlösliche Farben und Lacke, Pulverfarben und -lacke auf unterschiedlichen Untergründen wie Metallen, extrudiertem Gummi und Keramik geeignet.

Ein PaintChecker Industrial Messsystem besteht aus Controller und Sensor(en). Es kann je nach Controller mit bis zu acht Sensoren ausgestattet werden. Die Sensoren werden über Kabel mit dem Controller verbunden. Diese wiederum können über verschiedene Schnittstellen an eine übergeordnete Ablaufsteuerung angeschlossen werden.

## 1.3 Allgemeines zur Bedienungsanleitung

Diese Bedienungsanleitung ermöglicht den sicheren und effizienten Einsatz des Messsystems. Die Anleitung ist Teil der Lieferung und muss jederzeit in der Nähe des Messsystems aufbewahrt werden und für die Mitarbeiter zugänglich sein.

Das Personal muss diese Anleitung sorgfältig gelesen und verstanden haben, bevor das System zum Einsatz kommt. Eine Grundvoraussetzung für das sichere Arbeiten mit dem Messsystem ist die Einhaltung aller in dieser Bedienungsanleitung angegebenen Sicherheitshinweise und Arbeitsanweisungen. Darüber hinaus gelten auch die örtlichen Sicherheitsanforderungen sowie die allgemeinen Sicherheitsvorschriften für den Einsatzbereich des Messsystems. Abbildungen in dieser Bedienungsanleitung dienen nur dem allgemeinen Verständnis und können von der tatsächlichen Ausführung abweichen.



*Bild 1: PaintChecker Industrial Multi mit verschiedenen Laser- und LED-Sensoren*

Die mitgelieferte OS Manager Software kann verwendet werden, um Messungen durchzuführen und die Messwerte statistisch auszuwerten.

## 1.2 Lieferumfang

Der Lieferumfang des Messsystems ist in den Dokumenten *Datenblatt Controller Industrial* und *Datenblatt Sensoren Industrial* angegeben (siehe dazu [www.optisense.com](http://www.optisense.com)).

## 1.4 Urheberrecht

Diese Bedienungsanleitung ist urheberrechtlich geschützt. Die Weitergabe der Bedienungsanleitung an Dritte, alle Arten der Vervielfältigung auch in Auszügen und die Nutzung und/oder Weitergabe seines Inhalts sind ohne die schriftliche Genehmigung der OptiSense GmbH & Co. KG (nachfolgend "Hersteller" genannt) nicht gestattet, außer für interne Zwecke. Verletzungen führen zu einer Schadenersatzpflicht.

Der Hersteller behält sich das Recht vor, weitere Rechte geltend zu machen. Der Hersteller behält das Urheberrecht.

© OptiSense GmbH & Co. KG | Annabergstraße 120 |  
45721 Haltern am See | GERMANY

### **1.5 Kundendienst**

Der OptiSense-Kundendienst steht für technische Fragen zur Verfügung:

#### **OptiSense GmbH & Co. KG**

Annabergstraße 120  
45721 Haltern am See  
GERMANY

Tel. Service +49 (0)2364 50882-22

[info@optisense.com](mailto:info@optisense.com)

[www.optisense.com](http://www.optisense.com)

## 2. Sicherheitshinweise

### 2.1 Symbolerklärung der Piktogramme und Signalwörter

Sicherheitsanweisungen werden in dieser Bedienungsanleitung durch Gefahrenpiktogramme angezeigt. Diese Piktogramme vermitteln Informationen über die Art der Gefahren. Die Signalwörter geben das Ausmaß der Gefahr an. Unterschieden werden zwei Gefahrenausstufungen: *Gefahr* ist das Signalwort für die schwerwiegenden Gefahrenkategorien und *Achtung* das Signalwort für die weniger schwerwiegenden Gefahrenkategorien.

#### GEFAHR!



Diese Kombination von Symbol und Signalwort weist auf eine schwerwiegende Gefahr hin. Das Symbol zeigt die Gefahr bei falscher Verwendung.

#### GEFAHR!



Die Kombination von Symbol und Signalwort weist auf eine schwerwiegende Gefahrenkategorie hin. Das Symbol zeigt die Gefahr bei Laserstrahlung.

#### GEFAHR!



Die Kombination von Symbol und Signalwort weist auf eine schwerwiegende Gefahrenkategorie hin. Dieses Symbol zeigt Brandgefahr.

#### GEFAHR!



Die Kombination von Symbol und Signalwort weist auf eine schwerwiegende Gefahrenkategorie hin. Das Symbol steht für durch Elektrizität verursachte Risiken.

#### ACHTUNG!



Die Kombination von Symbol und Signalwort weist auf eine weniger schwerwiegende Gefahrenkategorie hin. Das Symbol zeigt ein Ausrufezeichen.

#### TIPPS UND EMPFEHLUNGEN



Dieses Symbol hebt Tipps und Empfehlungen sowie Informationen für einen effizienten und fehlerfreien Betrieb hervor.

### 2.2 Richtige Anwendung

Das photothermische PaintChecker Industrial Messsystem wird verwendet, um die Dicke von feuchten oder trockenen Beschichtungen in der Qualitätssicherung bzw. der produktionsnahen Prüfung zu bestimmen. Die richtige Verwendung umfasst die Beachtung aller in dieser Bedienungsanleitung enthaltenen Informationen. Jede Verwendung außerhalb der oder über die richtige Verwendung hinaus gilt als falsche Verwendung.

#### Gefahr bei falscher Verwendung



Eine falsche Verwendung des Paint-Checker Industrial Systems kann zu gefährlichen Situationen führen.

#### Gefahr!

- Der Lichtstrahl des Sensors darf niemals auf leicht entflammbare Materialien gerichtet werden.
- Sensor und Controller dürfen niemals in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden.
- Der Sensor darf niemals benutzt werden, um andere Gegenstände zu beleuchten, zu erhitzen oder zu trocknen.
- Der Sensor darf niemals für medizinische Zwecke verwendet werden.
- Der Sensor darf niemals in Flüssigkeiten eingetaucht werden.
- Der Lichtstrahl des Sensors darf niemals auf Personen gerichtet werden.
- Falsche Messparameter können zu einer Beschädigung des Messobjekts führen.

### 2.3 Sicherheitskennzeichnungen

#### 2.3.1 Sicherheitskennzeichnung im Arbeitsbereich

Die folgenden Symbole und Hinweisschilder befinden sich im Arbeitsbereich. Sie beziehen sich auf die unmittelbare Umgebung, in der sie angebracht sind.



#### Achtung!

Gefahr bei unleserlicher Beschilderung! Im Laufe der Zeit können Aufkleber und Schilder verschmutzen oder auf andere Weise unkenntlich werden, so dass Gefahren nicht erkannt und notwendige Bedienungshinweise nicht befolgt werden können. Dadurch besteht Verletzungsgefahr.

- Alle Sicherheits-, Warn- und Bedienungshinweise sind in stets gut lesbarem Zustand zu halten.
- Beschädigte Schilder oder Aufkleber sind sofort zu erneuern.

### 2.3.2 Sicherheitskennzeichnung auf dem Messsystem



*Warnschild 1*

Position: In der Nähe der Lichtquelle (Linse des Sensors)



*Warnschild 2*

Position: In der Nähe der Lichtquelle (Linse des Sensors)



*Warnschild 3*

Position: In der Nähe der Lichtquelle (Linse des Sensors)



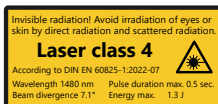
*Warnschild 4*

Position: In der Nähe der Lichtquelle (Linse des Sensors)



*Warnschild 5*

Laserklasse 1  
Position: über Status-LEDs des Controllers



*Warnschild 6*

Laserklasse 4  
Position: über Status-LEDs des Controllers



*Warnschild 7*

Gefahrengruppe 3 | IR  
Position: über Status-LEDs des Controllers



*Warnschild 8*

Gefahrengruppe 3 | UV  
Position: über Status-LEDs des Controllers

Je nach Art und Stromstärke des verwendeten Laser-Netzteils und dem Arbeitsabstand des Sensors ist die Lasersicherheitsklasse unterschiedlich.

### 2.4 Durch Elektrizität verursachte Risiken

#### Lebensgefahr durch elektrischen Strom



**Gefahr!**

Beim Berühren spannungsführender Teile besteht unmittelbare Lebensgefahr durch Stromschlag. Schäden an der Isolierung oder einzelnen Bauteilen können lebensgefährlich sein.



*Typenschild*

Position: Oben auf dem Controllergehäuse

- Arbeiten an der Elektronik des Messsystems dürfen nur durch OptiSense oder durch von OptiSense geschultes Personal erfolgen.
- Bei beschädigter Isolierung muss die Spannungsversorgung unverzüglich ausgeschaltet und eine Reparatur veranlasst werden.
- Sicherungen dürfen niemals überbrückt oder deaktiviert werden. Beim Ersatz einer Sicherung muss auf die korrekte Leistung geachtet werden.
- Spannungsführende Teile sind vor Feuchtigkeit zu schützen. Es kann sonst zu einem Kurzschluss kommen.
- Schutzabdeckungen dürfen nicht selbst geöffnet werden, sonst erlischt die Gewährleistung.
- Vor Reinigungs- oder Wartungsarbeiten oder bei einer Fehlersuche muss der Hauptstecker gezogen werden.
- Die Versorgungsspannungsleitung ist so zu verlegen, dass sie nicht überfahren, geknickt oder eingeklemmt werden kann, nicht in Kontakt mit Flüssigkeiten, Wärme oder dem Laser selbst kommt oder auf irgendeine andere Art beschädigt wird.
- Die Versorgungsspannungsleitungsdose muss immer gut zugänglich sein.

### 2.5 Gefahren durch unsichtbare Lichtstrahlung des Sensors



**Achtung!**

Die Unfallverhütungsvorschriften der DGUV Vorschrift 11 sowie die Vorschriften der Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV) müssen eingehalten werden.

Die Beschreibung der Gefahren der hier verwendeten Strahlung ist Geräte abhängig. Die für den PaintChecker geltende Risikoklasse wird auf dem Warnschild des Controllers angegeben. Die

angegebenen Grenzen der Bestrahlungsdauer sind im Rahmen einer optischen Prüfung der Systeme ermittelt worden und nicht allgemein auf Geräte dieser Sicherheitsklasse anwendbar.

### Inkohärente Strahlung der Risikogruppe 3 (RG3) | IR

*Strahlung im IR-A Bereich.* Hier besteht ein geringes Risiko. Eine Schädigung der Netzhaut ist weitgehend auszuschließen. Auch bei längerem, aber zeitlich begrenztem Blick in das Leuchtmittel tritt keine Schädigung ein.

Die Bestrahlung der Haut in der Nähe der Austrittsöffnung am Messkopf kann im Fokus zu Beeinträchtigungen der Haut führen. Die optische Strahlung selbst ist nicht sichtbar.

Quelle: LED (Cube LED-R)  
Betriebsart: getaktet  
 $\lambda$ : 950 nm +- 19 nm  
 $E_e$ : 20,1 kW/m<sup>2</sup>

### Inkohärente Strahlung der Risikogruppe 3 (RG3) | UV

*Strahlung im UV-B Bereich.* Stellt bei kurzer Exposition innerhalb des Sicherheitsabstandes ein Risiko dar. Hier sind Schutzmaßnahmen unerlässlich. Bei der Überschreitung einer individuellen Schwellendosis (minimale Erythemdosis) tritt der sog. Sonnenbrand (UV-Erythem) auf. Die maximal zulässige Bestrahlung der Haut beträgt 64 Sekunden pro Tag.

Bei einer Bestrahlungsdauer der Hornhaut von über 120 Sekunden innerhalb von 1000 Sekunden ist mit einer Beeinträchtigung nach den Kriterien der Norm EN 62471:2008 zu rechnen.

Quelle: LED (Cube LED-B)  
Betriebsart: getaktet  
 $\lambda$ : 365 nm +- 9 nm  
 $E_e$ : 5,4 kW/m<sup>2</sup>

### LARES



Eine Gesundheitsgefährdung durch unsichtbare Lichtstrahlung der Klasse 1 ist bei richtiger Anwendung ausgeschlossen (siehe [LARES®](#)). Die Strahlung ist in diesem System zugänglich, jedoch so schwach, dass jedwede Schädigung ausgeschlossen werden kann. Die Strahlung ist in diesem System so schwach, dass eine Schädigung des Auges bei einem Abstand von mehr als 10 cm zur Lichtquelle ausgeschlossen werden kann. Dies ist wichtig, da die Lichtstrahlung im nicht sichtbaren Wellenlängenbereich liegt.

### Kohärente Strahlung der Klasse 1

*Strahlung im IR-B Spektrum.* Strahlung dieser Klasse kann gefährlich sein, wenn sich ein optisches Instrument (Lupe, Mikroskop, etc.) vor dem Auge befindet. Eine Brille stellt hier kein optisches Instrument dar.

Die Bestrahlung der Haut in der Nähe der Austrittsöffnung am Messkopf kann im Fokus zu Verbrennungen führen. Die Laserstrahlung selbst ist nicht sichtbar.

Quelle: Laserdiode (Tube LP, Angle LP, Line LP)  
Betriebsart: getaktet  
 $\lambda$ : 1480 nm  
 $P_{max}$ : < 5 mW (Laser 16 mm)  
 $P_{max}$ : < 7 mW (Laser 35 mm)

### Kohärente Strahlung der Klasse 4

*Strahlung im IR-B Spektrum.* Strahlung dieser Klasse kann bei direktem Blick in den Laserstrahl gefährlich für das Auge sein. Daher ist die direkte und indirekte Bestrahlung des Auges zu vermeiden. Das Risiko einer Verletzung wächst mit der Einwirkdauer.

Laser der Klasse 4 sollten nur eingesetzt werden, wenn ein direkter Blick in den Strahl unwahrscheinlich ist.



**Gefahr!**

Die Bestrahlung der Haut in der Nähe der Austrittsöffnung am Messkopf kann im Fokus zu Verbrennungen führen. Die Laserstrahlung selbst ist nicht sichtbar.

- Der Laserstrahl darf niemals auf Augen oder Haut gerichtet werden.
- Der Lichtstrahl darf niemals mit optischen Instrumenten wie Vergrößerungsgläsern oder Mikroskopen betrachtet werden.
- Das System darf erst eingeschaltet werden, nachdem die Lichtstrahlaustrittsöffnung des Messkopfes auf äußere Beschädigungen untersucht worden ist.
- Das System muss sofort nach der Messung wieder ausgeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert werden.
- Wenn der Sensor beschädigt ist, darf das Messsystem nicht mehr genutzt werden. Der Sensor ist zur Reparatur an die OptiSense GmbH & Co. KG zurückzusenden.
- Die maximale Energie von 1,3J mit einer Dauer von maximal 1s kann abgegeben werden. Die Strahldivergenz bezieht sich auf den Winkel zur Flächennormalen. Der Gesamtwinkel wäre dann doppelt so groß, also 14,2°.



Bei divergenten Lasern bezeichnet NOHD (Nominal Ocular Hazard Distance) den Abstand, bei dem der Messwert gleich dem Expositionsgrenzwert ist. Dieser Abstand kennzeichnet den Gefahrenbereich, innerhalb dessen bei direktem Blick in den Laserstrahl Gesundheitsschäden an den Augen zu befürchten sind. Der NOHD beträgt beim Laserklasse 4 Sensor 80 cm.

Wenn Arbeiten im Bereich des NOHD notwendig sind und nicht sichergestellt werden kann, dass der Laser inaktiv ist, muss entsprechende persönliche Schutzausrüstung getragen werden. Dazu gehört eine Schutzbrille, die der Norm DIN EN 207 entspricht und für Laser der Betriebsarten D und I sowie für die auf dem Warnhinweis angegebenen Daten freigegeben ist.

## 2.6 Brandgefahren



**Gefahr!**

Der Lichtstrahl kann leicht brennbare Materialien, Flüssigkeiten oder Gase in Brand setzen und dadurch schwere oder sogar tödliche Verletzungen verursachen.

- Sensor und Controller dürfen nicht in einem explosionsgefährdeten Bereich verwendet werden.
- Der Lichtstrahl des Sensors darf nicht auf leicht entflammbare Materialien gehalten werden.
- Es müssen geeignete Löscheinrichtungen (Löschdecke, Feuerlöscher) bereitgehalten werden.
- Bei einem Brand muss die Arbeit mit dem System sofort gestoppt werden. Der Gefahrenbereich ist bis zur Entwarnung zu verlassen und die Feuerwehr zu alarmieren.

## 2.7 Verantwortung des Betreibers

Der Betreiber ist die Person, die das Messsystem für kommerzielle oder geschäftliche Zwecke betreibt oder die einem Dritten erlaubt, das System zu benutzen, und die die rechtliche Verantwortung für das Produkt und den Schutz von Anwendern, Personal oder Dritten übernimmt.

Das System wird für kommerzielle Zwecke eingesetzt. Der Betreiber des Systems unterliegt daher den gesetzlichen Anforderungen für den Arbeitsschutz.

Zusätzlich zu den Sicherheitsanweisungen in dieser Bedienungsanleitung müssen die Vorschriften für die Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz sowie für den Umweltschutz, die für den Einsatzbereich des Systems gelten, eingehalten werden. Insbesondere gilt das Folgende:

- Der Betreiber muss sich über die geltenden Arbeitssicherheitsvorschriften informieren und eine Gefährdungsanalyse durchführen, um zusätzliche Risiken, die sich aus den besonderen Arbeitsbedingungen am Einsatzort des Messsystems ergeben, zu ermitteln. Diese müssen in Form von Arbeitsanweisungen für die Verwender des Messsystems umgesetzt werden.
- Während des gesamten Zeitraums, in dem das Messsystem verwendet wird, muss der Betreiber überprüfen, dass seine Arbeitsanweisungen auf dem neuesten Stand der aktuellen einheitlichen Regelungen sind, und muss sie falls nötig anpassen.
- Der Betreiber muss klar regeln und festlegen, wer für die Inbetriebnahme, den Betrieb und die Reinigung zuständig ist.
- Der Betreiber muss gewährleisten, dass alle Mitarbeiter, die mit dem Messsystem umgehen, diese Bedienungsanleitung gelesen und verstanden haben.

Der Betreiber bleibt verantwortlich für die Sicherstellung, dass das Messsystem jederzeit frei von technischen Fehlern ist. Der Betreiber muss alle Sicherheitseinrichtungen regelmäßig auf Funktionsfähigkeit und Vollständigkeit prüfen lassen.

## 2.8 Anforderungen an das Personal



**Gefahr!**

Wenn unqualifiziertes Personal Arbeiten mit dem Messsystem durchführt oder sich im Gefahrenbereich des Messsystems aufhält, entstehen Risiken, die zu schweren Verletzungen und erheblichem Sachschaden führen können.

- Es besteht Verletzungsgefahr bei nicht ausreichend qualifiziertem Personal.
- Lassen Sie alle Aufgaben nur von dafür qualifiziertem Personal durchführen.
- Halten Sie unqualifiziertes Personal aus dem Gefahrenbereich fern.
- Bei Arbeiten mit Lasern ist eine Schutzbrille zu tragen. Diese Schutzbrille muss für den Wellenlängenbereich 1480 nm und einen Laser der Klasse 4 wie in Punkt 2.6 beschrieben zugelassen sein.

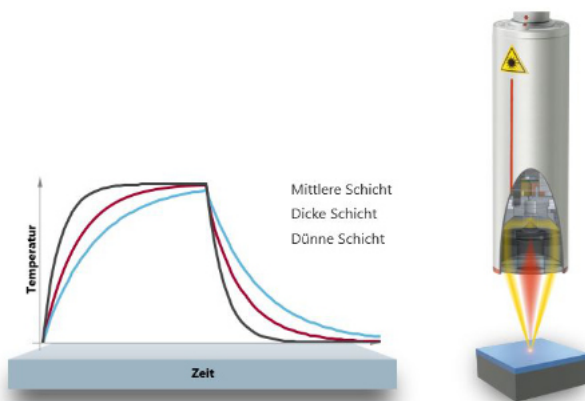
## 3. Produktbeschreibung

### 3.1 Das Funktionsprinzip der photothermischen Schichtdickenmessung

Berührungslos, schnell und effizient: Die photothermische Schichtdickenmessung ist ein berührungsloses Verfahren für Lacke, Pulverbeschichtungen und Glasuren auf metallischen und nichtmetallischen Untergründen. Dabei werden die unterschiedlichen thermischen Eigenschaften von Beschichtung und Untergrund genutzt, um die Schichtdicke zu bestimmen.

Die Oberfläche der Beschichtung wird mit einem kurzen, intensiven Lichtimpuls um einige Grad aufgewärmt und kühlt anschließend durch Ableitung der Wärme in tiefere Bereiche wieder ab. Dabei sinkt die Temperatur umso schneller, je dünner die Beschichtung ist. Der zeitliche Temperaturverlauf wird mit einem hochempfindlichen Infrarotsensor erfasst und in die Schichtdicke umgerechnet.

Der Lichtimpuls kann auf verschiedene Weise erzeugt werden. Gegenüber Xenon-Blitzlampen bieten LEDs und Diodenlaser hier alle Vorteile der Halbleitertechnik wie lange Lebensdauer, hohe Effizienz und absolute Vibrationsfestigkeit.



**Bild 2: Das Funktionsprinzip der photothermischen Schichtdickenmessung**

Durch den exakten Messpunkt eignet sich das Verfahren auch für kleinste Bauteile. Selbst an Biegekannten, Ecken und gekrümmten Flächen, an denen konventionelle Messtechnik an Grenzen stößt, lässt sich die Schichtdicke bestimmen. Störungen durch raue Oberflächen oder Materialkörnigkeit werden durch optische Mittelung ausgeglichen, sodass sich sogar Pasten und Pulver schon vor dem Einbrennen prüfen lassen.

Die Messung erfolgt berührungslos aus mehreren Zentimetern Abstand. Damit lassen sich nasse und klebrige Schichten ebenso einfach messen wie wei-

che und empfindliche Oberflächen. Eine Kontamination des Bauteils oder die Verschleppung von Beschichtungsmaterial ist dabei prinzipiell ausgeschlossen.

### 3.2 LARES® – Sicherheit neu definiert



LARES® steht für eine sichere **LA**ser **R**adiation **E**ye **S**afety-Technologie und ist die intelligente Antwort auf die kontinuierlich steigenden Anforderungen im Bereich des

Personen- und Augenschutzes. Gerade im direkten Umgang mit Lasern haben diese Sicherheitsanforderungen immer höchste Priorität. Durch Einsatz der neuen LARES® Technologie in der Fertigungs- sowie Prozessindustrie werden Mensch, Maschine und Umwelt zuverlässig geschützt. Die Handhabung und Anwendung der Geräte kann ohne dokumentationspflichtige Ein- und Unterweisung der Anwender erfolgen. Durch die LARES® Technologie sind die Geräte direkt und ohne jegliche Einschränkungen in fast sämtlichen Einsatzbereichen zu verwenden.

Dank des LARES®-Logos auf den entsprechenden OptiSense Produkten ist die sichere Lasertechnologie sofort erkennen. Alle Sensoren mit dem LARES®-Logo sind sicher für das Auge und können ohne technische Schutzmaßnahmen betrieben werden. Die Strahlung ist in diesen Systemen so schwach, dass eine Schädigung des Auges bei einem Abstand von mehr als 10 cm zur Lichtquelle ausgeschlossen werden kann.

### 3.3 Merkmale und Anwendungsbereich

Der PaintChecker Industrial ist ein photothermisches Schichtdickenmesssystem für den automatisierten Einsatz in der Produktion. In ihm vereint sich die langjährige Erfahrung von OptiSense in der Herstellung zuverlässiger und langlebiger Schichtdickenmesssysteme für die produktionsbegleitende Bauteilüberwachung sowie der Fertigung kleiner und damit flexibel einsetzbarer Sensoren.

Das zugrundeliegende photothermische Messverfahren ist nach DIN EN 15042-2 normiert und eignet sich zur Untersuchung feuchter, pulverförmiger und trockener Beschichtungen auf diversen Untergründen wie Metall, Gummi und Keramik.

Das PaintChecker Industrial Messsystem ist konzipiert für die kundenseitige Integration in automatische Beschichtungsanlagen und besteht aus den folgenden Komponenten:

- 1-8 Sensoren (je nach Controller-Variante)
- Controller

Die PaintChecker Industrial Systeme lassen sich flexibel in die Produktionslinie integrieren. Dort erkennen sie bereits direkt nach der Beschichtung Prozessabweichungen und helfen somit, Rückläufer und unnötigen Materialausschuss zu vermeiden. Die Messungen können dabei sowohl im Stop-and-Go-Betrieb am ruhenden, als auch bei der Verwendung einer aktiven Bewegungskompensation direkt am bewegten Messobjekt erfolgen.

Angepasst an die spezifischen Aufgabenstellungen bietet OptiSense Messsysteme mit verschiedenen Optiken für verschiedene Messfeldgrößen und -abstände an. So lassen sich z. B. raue Oberflächen mit einem großen Messfeld untersuchen, für kleine Strukturen hingegen eignet sich ein entsprechend verringertes Messfeld.

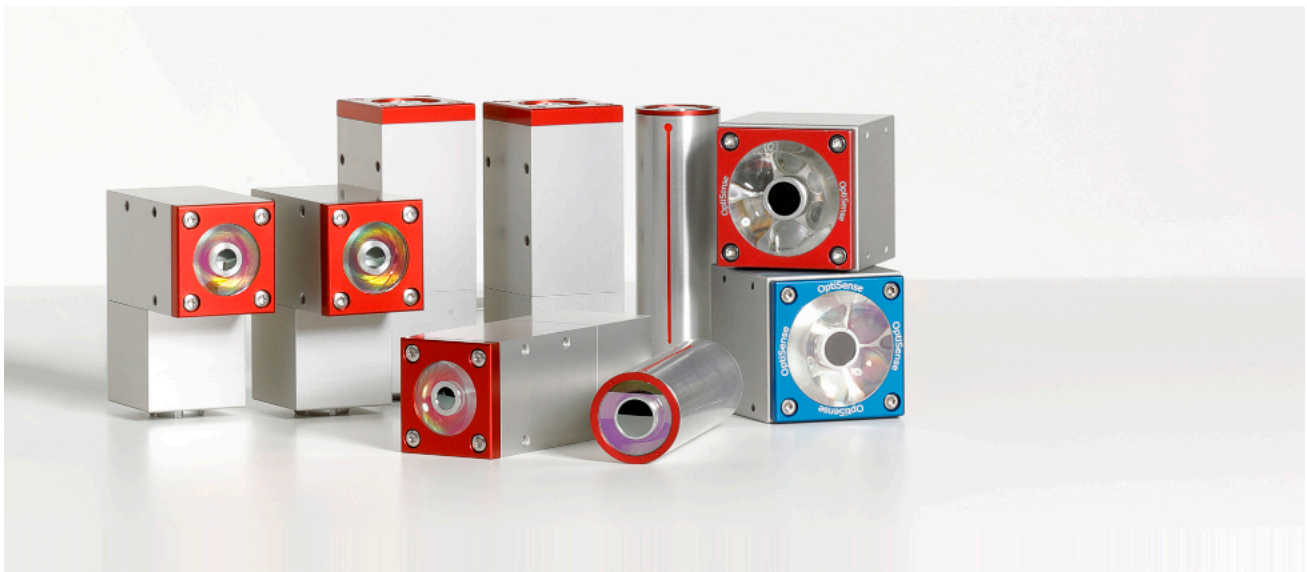
Mit den PaintChecker Industrial Systemen lassen sich verschiedenste Beschichtungen unabhängig von der Geometrie im nassen oder trockenen Zustand zerstörungsfrei messen. Beispiele für Beschichtungskombinationen sind z. B. Gummibeschichtungen nass/trocken, Pulverlacke auf Metall, beschichtetes Glas und

beschichtete Keramiken. Weitere Kombinationen sind in den jeweiligen Datenblättern der Industrial Sensoren zu sehen (siehe dazu [www.optisense.com](http://www.optisense.com)).

### 3.4 Modellübersicht Sensoren

Der Sensor ist das Herzstück des Messsystems. Er enthält die Hochleistungsdiode mit Faltoptik und den schnellen Infrarot-Detektor mit Datenerfassungsregler und Kommunikationsschnittstelle zum Controller. Die Geometrie des Sensors sowie Messabstand und Messfeldgröße variieren entsprechend der jeweiligen Messanforderungen.

Die Besonderheit aller PaintChecker Industrial Systeme sind die extrem leichten Sensoren, die je nach Ausführung nur 150, 280 oder 330 Gramm wiegen.



*Bild 3: Modellübersicht Sensoren*

### 3.4.1 PaintChecker Industrial Lasersensoren Line, Angle und Tube



Die OptiSense Lasersensoren verwenden einen Diodenlaser als Lichtquelle – mit allen Vorteilen der Halbleitertechnik, wie lange Lebensdauer, hohe Effizienz und absolute

Vibrationsfestigkeit. Es gibt Ausführungen mit winzigem Messpunkt für mikromechanische Anwendungen und spezielle Winkelsensoren mit gefalteter Geometrie und besonders geringem Messabstand, die sich selbst auf engstem Raum einsetzen lassen.



PaintChecker Laser Line ist die neue Generation der OptiSense Lasersensoren. Sie sind durch das robuste Industriegehäuse selbst in rauesten Umgebungen immens belastbar.

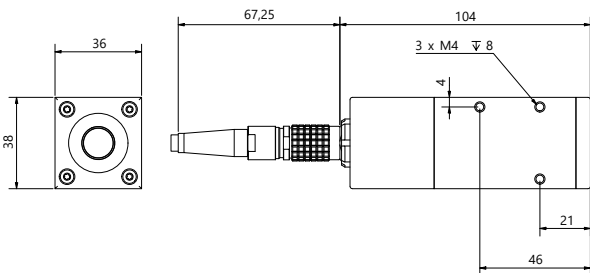


Bild 4: PaintChecker Laser Line



PaintChecker Industrial Angle ist als Winkelsensor mit einer speziellen Optik ausgestattet. Dadurch ergibt

sich eine besonders kompakte Bauform, die den Einsatz selbst auf engstem Raum ermöglicht. Das Federgewicht ist gerade einmal 77 mm lang.

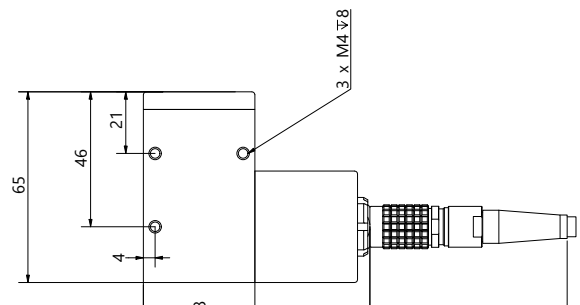


Bild 5: PaintChecker Laser Angle



PaintChecker Laser Tube wird als zylinderförmiger Lasersensor mit einer Halterung in die jeweilige Beschichtungsanlage integriert.

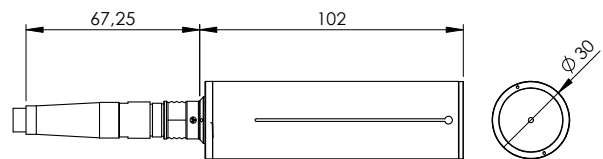


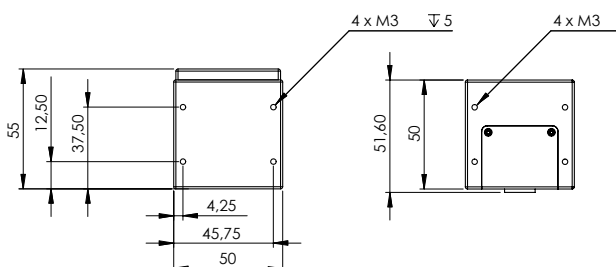
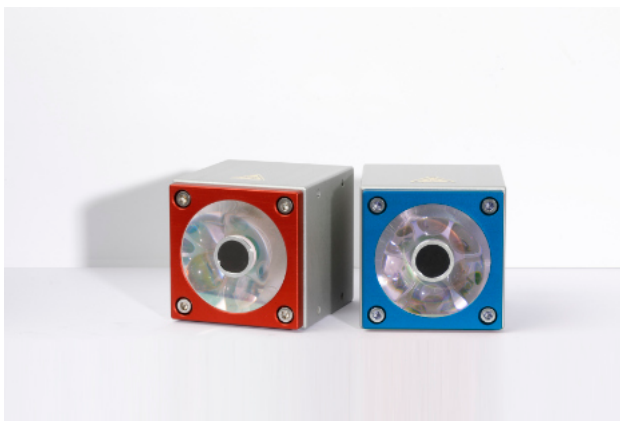
Bild 6: PaintChecker Laser Tube

Detaillierte technische Informationen sind in den jeweiligen Datenblättern der industriellen Sensoren nachzulesen.

### 3.4.2 PaintChecker Industrial LED-Sensoren *Cube*



Die LED-Sensoren namens *Cube* besitzen ein größeres Messfeld als die Laservarianten und eignen sich besonders für raue und körnige Oberflächen von Pulvern und Pasten. Je nach Beschichtungsmaterial kann zwischen Modellen mit Infrarot- und UV-Anregung gewählt werden. Natürlich sind auch Messungen auf nichtmetallischem Untergrund möglich. Die kompakten Sensoren im würfelförmigen Gehäuse lassen sich durch die frei wählbare Ausrichtung des Kabelanschlusses besonders flexibel montieren und ihre große Kontaktfläche sorgt für eine optimale Wärmeableitung.



**Bild 7: Maßzeichnung Sensoren Industrial *Cube* LED-B, LED-R**

### 3.4.3 PaintChecker Industrial Highpower-Varianten der Sensoren



Photothermische Messungen an dicken Schichten mit hohem Glas- oder Metallanteil benötigen eine höhere Lichtleistung. Außerdem steigt der Leistungsbedarf mit dem Abstand zwischen Sensor und Bauteil. Für diese Anwendungen sind Sensoren mit gleichen äußeren Abmessungen als Highpower-Version mit höherer Ausgangsleistung lieferbar. Die Version 10.0 besitzt zudem einen größeren Messabstand sowie eine höhere Energiedichte, sodass in vielen Fällen auf eine Präzisionspositionierung des Bauteils für die Messung verzichtet werden kann.

### 3.5 Modellübersicht Controller

Der Controller ist das zentrale Element des Messsystems. Er erzeugt auf der einen Seite die notwendige elektrische Energie für den optischen Impuls (Laser UV- oder IR-Licht) des Messensors, verarbeitet aber auch die Signale, speichert die Messkonfiguration und kontrolliert den Datenfluss zur Anlagensteuerung.

Es gibt drei verschiedene Versionen der Controller:

#### 3.5.1 PaintChecker Industrial



Der PaintChecker Industrial Controller ist die Basisversion für Messungen mit einem Sensor. Der Controller im robusten, staubgeschützten Aluminiumgehäuse ist in verschiedenen Versionen für Laser- und LED-Sensoren lieferbar. Er ist über ein flexibles Kabel mit dem Sensor verbunden und kann auch abgesetzt montiert werden. Zur Kommunikation mit PC und Anlagen-SPS ist eine serielle Schnittstelle und ein Profinet-IO-Anschluss integriert.

#### 3.5.2 PaintChecker Industrial Multi



Die PaintChecker Industrial Multi Modelle unterstützen Mehrpunktmessungen mit bis zu 8 Sensoren. Sie erfassen alle Messpunkte simultan und werten diese gleichzeitig aus. Messungen an mehreren Bauteilen oder verschiedenen Bauteilpositionen erfolgen ohne kostenintensive Bewegungsautomaten in einem Bruchteil der Zeit. Verbunden mit der leichten Integration ergeben sich deutlich kürzere Durchlaufzeiten.

Weitere Vorteile: eine verbesserte Datenqualität und Qualitätskontrolle, eine Reduzierung kostenintensiver Bewegungsautomaten sowie eine gesteigerte Effizienz. Alle Sensoren der Laser-, LED- oder Highpower-Baureihen können mit dem jeweiligen PaintChecker Industrial Multi Modell kombiniert werden.

#### 3.5.3 PaintChecker Highpower-Modelle



Die ansonsten funktionsgleichen Highpower-Controller von OptiSense verfügen über ein verstärktes Netzteil. Die zugehörigen Highpower-Sensoren besitzen neben der höheren Anregungsleistung einen größeren Messabstand sowie eine höhere Energiedichte und erleichtern so die Positionierung des Bauteils während der Messung.

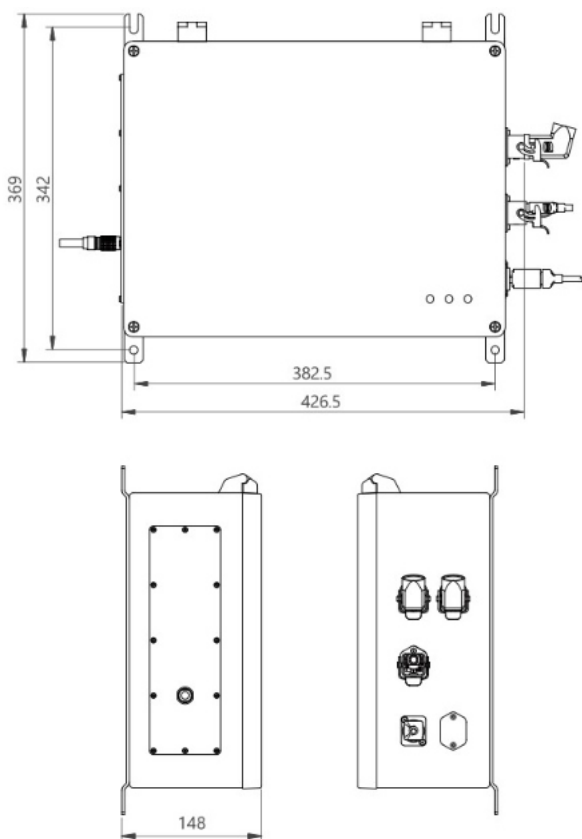


Bild 8: Maßzeichnung | Controller industrial

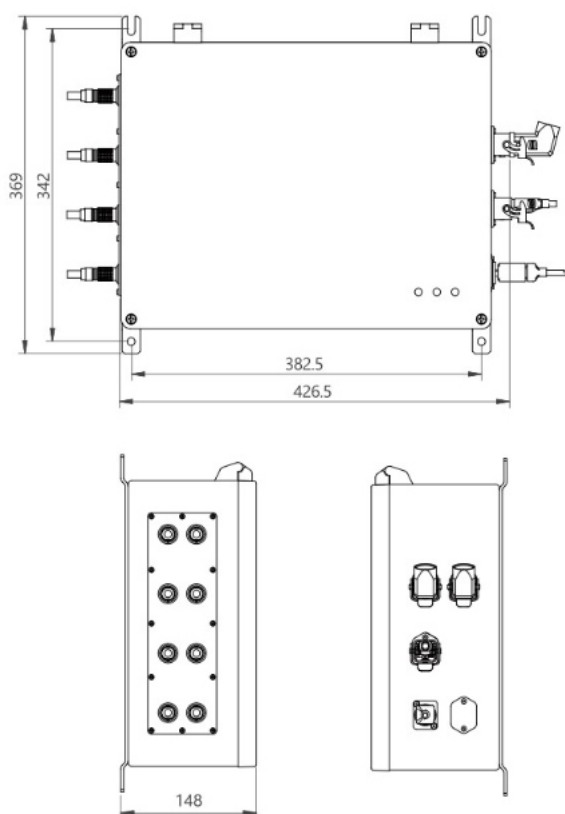


Bild 9: Controller Industrial Multi

### 3.6 Anschlüsse des Controllers

Informationen über die Klemmenbelegung der Steuer- und Zuleitungen siehe [Steckerbelegungen](#).

#### Netzwerkverbindung RJ45

Verbindung zu einer externen netzwerkbasieren Kommunikations-Software

#### Versorgung $U_{\sim} = 100-240 V$

Stromversorgung für das gesamte Messsystem

#### USB B 2.0

Serviceschnittstelle für [Wartung](#) und [Kalibrierung](#) auf der Grundlage des internen OptiSense-Protokolls (Verwendung des OS-Managers)

#### Sicherheitskreis

Verbindung zur Laserfreigabe (2x2 Leitungskanäle) und Reset-Steuerung (2 Leitungen)

#### Kontrollleuchte Power (gelb)

Spannungsversorgung  $U_{\sim} = 100-240 V$  eingeschaltet

#### Kontrollleuchte sicher (grün)

Der Laser ist durch den Relaiskontakt getrennt und die Anlage ist "sicher". Messungen sind nicht möglich

#### Kontrollleuchte Laser aktiv (rot)

Zeigt das Pulsieren des Lasers oder einen Fehler im Messablauf bei dauerhaftem Leuchten. Bei aktiver LED wird der Sensor aktiv angesteuert und es wird die auf dem Warnschild angegebene optische Leistung ausgesendet.

### 3.7 Kommunikationsschnittstellen

Die PaintChecker Industrial Modelle verfügen je nach Ausstattung über verschiedene Kommunikationsschnittstellen sowie -protokolle zur Systemsteuerung:

Jeder PaintChecker Controller ist mit einer USB-Schnittstelle versehen. Über diese kann der Controller über die OS-Manager Software angesprochen oder alternativ über die in Tabelle [Eingangssignale](#) beschriebenen ASCII Befehle angesprochen und gesteuert werden.

Baud-Rate:	115200
Data-Bits:	8
Stop-Bits:	1
Parity:	None

Zusätzlich wird jeder PaintChecker noch mit einer weiteren Schnittstelle ausgeliefert. Diese ist bei der Bestellung anzugeben. Der entsprechende Anschluss befindet sich an Stecker X14. Wird keine Schnittstelle vom Kunden angegeben, wird der Controller standardmäßig mit Profinet IO ausgestattet.

Alternativ können folgende Schnittstellen bestellt werden:

- Profinet IO
- DeviceNet
- EthernetIP

Andere Schnittstellen sind nach Absprache möglich.

Die Ansteuerung des PaintCheckers erfolgt in jedem Fall über Ein- und Ausgaberegister, deren Struktur in Tabelle [Eingangssignale](#) und [Ausgangssignale](#) beschrieben wird. Für die Profinet IO Anbindung kann von OptiSense eine Gdsml Datei sowie ein TIA V14/V15 Baustein angefordert werden.

### **3.8 Zubehör**

Das optionale Zubehör des Messsystems ist in den Dokumenten *Datenblatt Controller Industrial* und in den Datenblättern der jeweiligen *Sensoren Industrial* aufgeführt.

## 4. Installation

### 4.1 Allgemeine Hinweise zur Installation und Aufbau des Systems

Das Mess-System besteht einschließlich der konfektionierten Sensorleitungen aus zwei Komponenten:

- Sensor(en)
- Controller

Es dürfen nur Kabel und Verbindungen verwendet werden, die den lokalen Sicherheitsbestimmungen genügen.

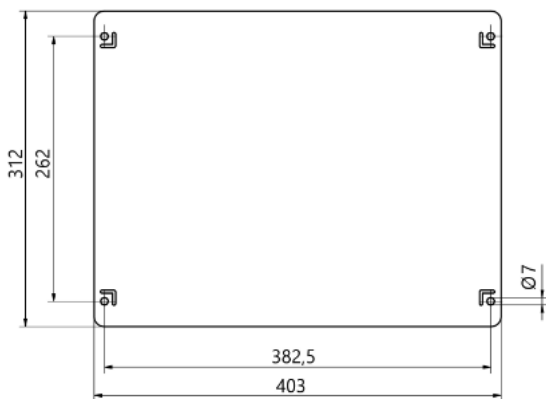


Bild 10: Controller Einbaumaße

### 4.2 Montage des Controllers

Der Standort des Controllers muss so gewählt werden, dass er sich in Reichweite der Versorgungsleitungen der anzuschließenden Sensoren befindet. Dabei muss ein leichter und gefahrloser Zugriff zu Wartungsarbeiten möglich sein. Die Stromversorgung erfolgt über Stecker X16 am Controller.

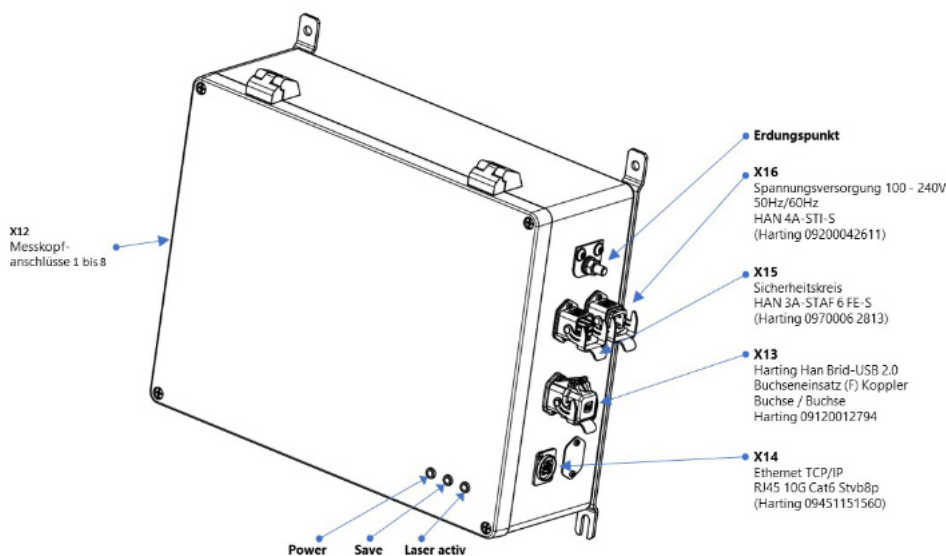


Bild 11: Steckerbelegung

Das Gehäuse kann im geschlossenen Zustand mit Hilfe der an der Unterseite des Controller-Gehäuses befestigten Wand-Montage-Schienen leicht an einer Wand oder einem anderen Montageort befestigt werden. Dabei wird die offene Seite der Montagechiene auf die in der Wand befestigten 2 Schrauben gestellt. Auf der anderen Seite des Controller-Gehäuses können die Schrauben leicht befestigt werden. Danach sind auch die zuerst genutzten beiden Schrauben noch anzuziehen.

Verbinden Sie den Controller mit:

- dem Sicherheitskreis und den Reset-Leitungen zum Harting-Stecker (X15)
- dem Ethernet RJ45-Anschluss (X14)/ Profinet IO oder der alternativen Schnittstelle
- dem Stromanschluss-Harting-Stecker (X16)

#### 4.2.1 Anschluss des Controllers an den Sicherheitskreis

Wenn die Steuersignale (siehe [Steckerbelegung X15](#)) getrennt werden, wird die Laseransteuerung durch sofortige Abschaltung der Energieversorgung stillgesetzt. Die grüne LED-Lasersicherheit schaltet sich ein. Nachdem die Steuersignale geschlossen wurden, um den Laser freizugeben, müssen die beiden Reset-Leitungen kurzgeschlossen werden, um die Laserenergie wieder freizuschalten. Ist die Reset-Leitung geschlossen während die Steuersignale geschlossen werden, geht die Sicherheitsschaltung in eine Störung und ist erst nach Stromlos-Schalten des Controller wieder ansteuerbar.



### Gefahr durch unkontrolliertes Wiedereinschalten



Ein unkontrolliertes Wiedereinschalten des Systems kann zu schweren Verletzungen führen.

#### Gefahr!

- Bevor das System wieder eingeschaltet wird, muss sichergestellt sein, dass die Ursache der Notabschaltung behoben wurde, und dass alle Sicherheitseinrichtungen angebracht und funktionsfähig sind.
- Wenn keine Gefahr mehr besteht, können die Steuersignale entsperrt und der Betrieb mit den Reset-Leitungen wieder aufgenommen werden.

#### 4.2.2 Anschluss des Kommunikationsmoduls

Das PaintChecker Industrial System ist je nach Ausführung mit einer oder mehreren Kommunikationsschnittstellen ausgestattet, über die der Controller an eine übergeordnete Steuerungseinheit angeschlossen werden kann.

Die Schnittstelle wird über ein internes Modul, dem sogenannten Anybus Konverter, zur Verfügung gestellt. Dieses Modul kann je nach Schnittstelle über den zugehörigen Stecker X14 mittels PC und der Software IPConfig von HMS eingestellt werden.

Bei anderen Schnittstellen kann es sein, dass die Einstellungen direkt am Anybus Modul durchgeführt werden müssen. Hierzu muss der PaintChecker Controller geöffnet und die Einstellungen mechanisch am Anybus durchgeführt werden.

Das Messsystem wird über die jeweilige Schnittstelle durch ein geeignetes Kabel mit der vorgesehenen Steuereinheit verbunden.

#### 4.3 Montage des Sensors

Die Sensoren des Types *Tube* sollten mit einer metallischen Klemme von  $\varnothing = 30$  mm montiert werden, hierdurch wird eine optimale Wärmeleitung zum Rest der Aufbaumechanik gewährleistet. Dies ist insbesondere bei Anwendungen mit hoher Einschaltdauer notwendig.

Die Sensoren des Types *Line*, *Angel* und *Cube* sollten über die Schraubverbindung so angebracht werden, dass eine maximale Kontaktfläche zu einem Kühlkörper gewährleistet ist. Hier reicht in der Regel die Montageplatte der Sensoren.

Der Sensor wird an einer geeigneten Stelle in der Produktionslinie oder an der Bewegungseinheit befestigt.

Dabei muss gewährleistet sein, dass der Sensor den vorgesehenen Messabstand zum Werkstück sicher einhält.



Bild 12: Nicht korrekter Abstand zum Messobjekt

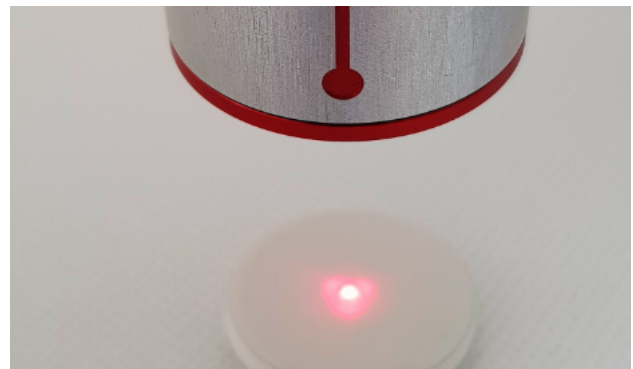


Bild 13: Korrekter Abstand zum Messobjekt

Bei einer Montage ist der Sensor so zu installieren, dass er bei Bewegungen nicht verrutschen oder beschädigt werden kann.

Das Sensorkabel wird mit dem Controller verbunden. Dabei darf das Kabel zu keiner Zeit Zugspannungen auf den Sensor ausüben. Dies gilt insbesondere bei bewegten Sensoren.

Dabei sollte die Reihenfolge der angeschlossenen Sensoren notiert werden, um eine spätere Zuordnung der Sensoren zu ermöglichen.

Es muss die Wärmeableitung sichergestellt werden!

Bei der Messung in Räumen mit hoher Umgebungstemperatur sowie bei Messungen mit kurzen Taktzeiten kann es unter Umständen zu einer Überhitzung des Sensors kommen, da überschüssige Wärme nicht abgeführt werden kann (Sensortemperatur  $>40^{\circ}\text{C}$ ).

Wasser oder andere Flüssigkeiten dürfen keinesfalls zum Kühlen des Sensors verwendet werden!

## 5. Inbetriebnahme

### 5.1 Allgemeine Hinweise zur Inbetriebnahme



**Gefahr!**

Wenn ein PaintChecker Industrial System mit geöffnetem Gehäuse betrieben wird, sind stromführende Teile zugänglich. Von stromführenden Teilen ausgehende elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder können die Umgebung störend beeinflussen.

- Der PaintChecker Industrial Controller darf nur mit geschlossenem Gehäuse betrieben werden!
- Das PaintChecker Industrial System kann nur bei geschlossenem Sicherheitskreis betrieben werden.
- Es muss sichergestellt sein, dass der Sicherheitskreis ordnungsgemäß funktioniert und geschlossen ist!

### 5.2 Messsystem anschalten

#### 5.2.1 Voraussetzungen

- Die allgemeinen Hinweise zur Inbetriebnahme sind gelesen und verstanden worden.
- Das PaintChecker Industrial System wurde ordnungsgemäß installiert.

Das PaintChecker Industrial Messsystem führt beim Einschalten Folgendes aus:

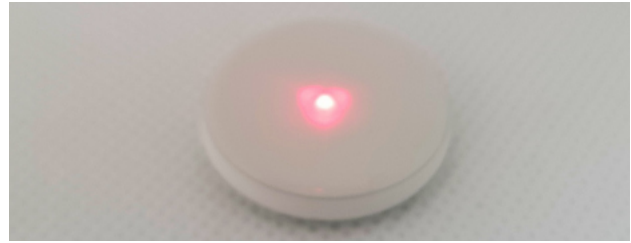
- Laden der zuletzt verwendeten Messeinstellungen.
- Aktivieren der installierten Kommunikationsschnittstellen.
- Herstellung der Kommunikation mit dem auf Port 1 angeschlossenen Sensor.

Der Stecker X16 des PaintChecker Industrial Systems wird mit der Stromversorgung verbunden.

### 5.3 Ausrichten des Sensors

Je nach Sensormodell variieren Abstand als auch erlaubte Abweichung zum Messobjekt. Um den Arbeitsabstand zum Messobjekt präzise einzuhalten, ist es sinnvoll, die Halterung der Sensoren so zu gestalten, dass diese immer denselben Abstand einhalten – auch bei Erschütterungen der Halterung oder des Messobjektes.

Erfolgt die Einstellung des Abstandes am Messobjekt, können die im Sensor verbauten Positions-LEDs genutzt werden, um den korrekten Arbeitsabstand zu ermitteln. Der richtige Arbeitsabstand ist erreicht, wenn sich die drei Leuchtpunkte auf dem Messobjekt zu einem Punkt vereinen. Es dürfen sich keine Objekte im Strahlengang des Sensors befinden. Der Strahlengang verläuft konisch von der Linse zum Messfleck.



*Bild 14: Richtiger Abstand zum Messobjekt*

### 5.4 Kommunikation herstellen

#### 5.4.1 Voraussetzungen

- Die allgemeinen Hinweise zur Inbetriebnahme sind gelesen und verstanden.
- Der PaintChecker Industrial Controller ist eingeschaltet und ist über eine geeignete Schnittstelle mit der übergeordneten Steuerungseinheit verbunden.
- Die übergeordneten Steuerungseinheit ist für den Betrieb mit dem PaintChecker Industrial System eingerichtet.

#### 5.4.2 Profinet und Devicenet (Benutzerdefinierte Schnittstellen)

Zum Anschluss des Kommunikationsmoduls siehe [Steckerbelegungen](#). Das Messsystem besitzt die Slave-Adresse "1". Das Lifebit-Register (Tabelle [Ausgangssignale, 0.0](#)) ändert seinen Wert zwischen 0 und 1 im Sekundentakt. Durch zyklisches Auslesen kann festgestellt werden, ob das Messsystem ordnungsgemäß im Netzwerk angemeldet ist.

#### 5.4.3 OptiSense ASCII-Protokoll

Das Messsystem stellt eine serielle Schnittstelle (COM-Port) bereit, die in den Systemeinstellungen des Betriebssystems aufgeführt wird. Über die Schnittstelle können Kommandos an das Messsystem gesendet werden. Es sollte ein Terminalprogramm (z. B. TeraTerm) verwendet werden, um die Kommunikation mit dem Messsystem herzustellen. Dabei sind folgende Parameter für die serielle Schnittstelle zu verwenden:

Baud-Rate:	115200
Data-Bits:	8
Stop-Bits:	1
Parity:	None

Um zu überprüfen, ob das Messsystem ordnungsgemäß im Netzwerk angemeldet ist, sollte zyklisch ein s-Befehl an das System gesendet und der Antwort-String auf das Lifebit-Kürzel (Tabelle [Ausgangssignale, 0.0](#)) geprüft werden. Dessen Wert ändert sich zwischen 0 und 1 im Sekundentakt.

## 6. Kalibrierung

### 6.1 Einführung

Die PaintChecker Schichtdickenmessgeräte nutzen das photothermische Messverfahren, um die Dicke von Beschichtungen auf verschiedensten Untergründen zu ermitteln. Dieses berührungslose, zerstörungsfreie Verfahren eignet sich optimal zur Messung von Lacken, Pulverbeschichtungen und Glasuren auf metallischen und nichtmetallischen Trägermaterialien.

Dies bedeutet, dass das Messgerät nicht direkt Schichtdickenwerte misst, sondern dass diese indirekt aus der Auswertung des photothermischen Messsignals abgeleitet werden. Dabei gilt es, die individuellen thermischen Eigenschaften von Beschichtungsmaterial und Untergrund zu berücksichtigen.

Dicke, schwere Schichten brauchen mehr Energie zum Aufheizen und kühlen langsamer wieder ab als dünne, leichte Schichten. Beim Messvorgang ist es deshalb wichtig, ähnlich wie in der Fotografie, die Stärke der Lichtquelle und die Messzeit optimal auf die jeweilige Situation einzustellen, um genaue und reproduzierbare Messergebnisse zu erhalten.

Bei Pulverbeschichtungen und Lackierungen kommt noch hinzu, dass der Anwender oft nicht die Dicke des gerade aufgetragenen Pulvers oder Nassfilms wissen möchte, sondern die spätere, finale Dicke nach dem Einbrennen oder Trocknen. Dazu bezieht das Gerät die voraussichtliche Schrumpfung des Beschichtungsmaterials beim Aushärten mit in die Messung ein.

Dazu ist es erforderlich, das Messsystem anhand von Proben gegen Referenz-Schichtdickenwerte zu kalibrieren. Die Applikationen enthalten Informationen über die richtige Laserleistung, Messdauer, Bewertungsmodelle und Kalibrierungskoeffizienten für das spezifische Materialsystem. Diese Kalibrierungen können in der Regel direkt für Messungen an den produzierten Teilen eingesetzt werden.

### 6.2 Bereitgestellte Applikationen

Auf jedem Gerät sind speziell für den Kunden relevante Applikationen von OptiSense hinterlegt. Im Lieferumfang können Applikationen für Standardsituationen enthalten sein, die bereits einen Großteil der typischen Anwendungen abdecken. Zusätzlich erhält jeder Kunde eine ganz speziell auf seine Anwendung zugeschnittene Applikation, die von OptiSense anhand von bereitgestellten Beschichtungsmustern erstellt wird. Zusätzliche Applikationen können von OptiSense im Rahmen einer Auftragskalibrierung bezogen und permanent im Gerät hinterlegt werden.

Die jeweiligen Applikationen können über eine übergeordnete Steuerung aktiviert werden. Die Schichtdicke wird dann auf der Grundlage der gerade aktiven Applikation berechnet.



**TIPP!**

Die Kalibrierung erfolgt mit der OS Manager Software von OptiSense. In der zugehörigen Bedienungsanleitung OS Manager Software sind alle Details zu verschiedenen Kalibrierungsmöglichkeiten nachzulesen.

### 6.3 Referenzproben und Referenzmeister

#### 6.3.1 Referenzproben

Da das Messsystem auf die thermischen Eigenschaften der Beschichtung der Probe reagiert, ist es erforderlich, dass die Referenzprobe die gleichen Materialeigenschaften aufweist wie die später zu vermessenden Objekte. Darüber hinaus ist es wichtig, dass die Schichtdicken der Referenzproben möglichst gleichmäßig über den im Anwendungsfall zu messenden Schichtdickenbereich verteilt sind. Schichtdicken außerhalb des kalibrierten Messbereichs können unter Umständen stark von den tatsächlichen Dicken abweichen.

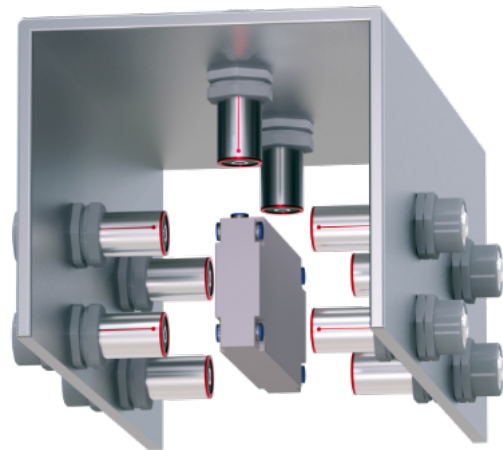
#### 6.3.2 Referenzmeister

Für alle Anwender, die in Sachen Schichtdickenmessung ein besonders hohes Maß an Sicherheit, Genauigkeit und Zuverlässigkeit benötigen, sind die von einem DAkkS Labor-überprüften Referenzmeister von OptiSense die ideale Lösung. Die Referenzmeister dienen zur regelmäßigen Überprüfung des Messsystems und der Kalibrierung. Referenzmeister sind kein Bestandteil des Messsystems, sondern können optimal bestellt werden. Referenzmeister sind Lackproben mit definierter Schichtdicke, die auf einem Prüfkörper angebracht sind. Es sind Maßanfertigungen, die mit genau der Beschichtung versehen werden, die später auch in der Produktion eingesetzt wird. Oft wird der Referenzmeister daher direkt aus einem Originalbauteil gefertigt.

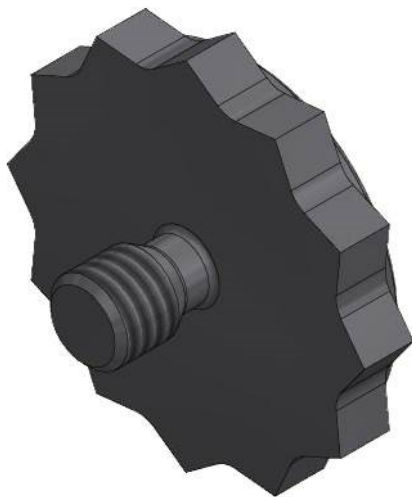


*Bild 15: Der Referenzmeister*

Unsere von einem DAkkS Labor-überprüften Referenzmeister gelten als hohes Maß bezüglich Genauigkeit und Rückverfolgbarkeit einer Messung.



*Bild 17: Messbeispiel Referenzmeister*



*Bild 16: 3D-Ansicht Referenzpunkt*

Neben dem Standard-M3-Gewinde sind auch andere Größen erhältlich.

## 7. Betrieb

### 7.1 Messablauf

#### 7.1.1 Voraussetzungen

- Die allgemeinen Hinweise zur Inbetriebnahme sind vom Benutzer gelesen und verstanden worden.
- Die Sensoren sind ordnungsgemäß angeschlossen.
- Der PaintChecker Industrial Controller ist eingeschaltet.
- Der PaintChecker Industrial Controller ist über eine geeignete Schnittstelle mit der übergeordneten Steuerungseinheit verbunden.
- Die übergeordnete Steuerungseinheit ist für den Betrieb mit dem PaintChecker Industrial System eingerichtet.
- Die Kommunikation zwischen Steuerungseinheit und Messsystem ist hergestellt.

#### 7.1.2 Durchführung

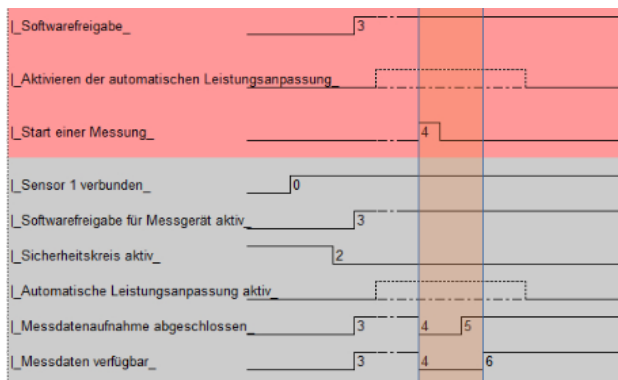


Bild 18: Typischer Messverlauf

Die Abbildung zeigt den typischen Messablauf einer automatisierten Schichtdickenmessung. Die rot dargestellten Felder entsprechen den Eingaben der übergeordneten Steuerung. Die grau unterlegten Felder repräsentieren die Rückmeldungen des Messsystems.

Um eine Schichtdickenmessung durchzuführen, sind folgende Schritte erforderlich:

1. Beim PaintChecker Industrial sind die zu verwenden Sensoren über die Steuerkanäle 1.0 - 1.7 zu aktivieren. Der Verbindungsstatus wird auf den Ausgangskanälen 21.0 - 21.7 angezeigt.
2. Anschließend muss eine geeignete Kalibrierung über die Eingangssignale Bit 0.8 bis 0.11 (Tabelle Eingangssignale) geladen werden. Die aktive Kalibrierung wird auf Ausgangskanal 10 angezeigt.
3. Jetzt ist sicherzustellen, dass der Sicherheitskreis geschlossen ist. Eine Messung ist erst möglich, wenn die grüne LED am Controller durch betätigen des Sicherheitskreises erlischt. Dies wird über

den Ausgangskanal 0.4 (Tabelle [Ausgangssignale](#)) angezeigt.

4. Die Software-Freigabe (Tabelle [Eingangssignale, 0.0](#)) ist zu erteilen. Die erfolgreiche Freigabe wird am Flag Software-Freigabe aktiv (Tabelle [Ausgangssignale, 0.3](#)) angezeigt. Es wird empfohlen, die Software-Freigabe solange aktiv zu lassen, bis das Schalten des Sicherheitskreises erfolgt. Außerdem werden die Signale *Messdatenaufnahme abgeschlossen* (Tabelle [Ausgangssignale, 0.1](#)) und *Messdaten verfügbar* (Tabelle [Ausgangssignale, 0.5](#)) aktiviert. Es müssen an allen aktivierten Ports Sensoren angeschlossen sein, um die Software-Freigabe zu aktivieren.
5. Ist das Messobjekt korrekt positioniert, wird die Messung (Tabelle [Eingangssignale, 0.4](#)) ausgelöst. In der Folge werden die Signale *Messdatenaufnahme abgeschlossen* und *Messdaten verfügbar* deaktiviert. Es ist sicherzustellen, dass die Sensoren während der Messdatenaufnahme nicht bewegt werden.
6. Nach Aufnahme aller Messdaten wird das Signal *Messdatenaufnahme abgeschlossen* aktiviert. Die Sensoren können jetzt zum nächsten Messpunkt bewegt werden.
7. Nach vollständiger Verarbeitung der Messdaten wird das Signal *Messdaten verfügbar* aktiviert. Die Messwerte können nun abgerufen werden.
8. Die Messung ist abgeschlossen.

Der PaintChecker Industrial Controller verfügt über eine automatische Leistungsanpassung, die über Tabelle [Eingangssignale, 0.7](#) aktiviert wird. Dabei wird die Anregungsleistung der Lichtquelle so geregelt, dass optimale Messergebnisse erzielt werden können. Allerdings ist dies manchmal mit einer längeren Messzeit verbunden, da die Leistung einzelner Sensoren während der Messung angepasst wird.

Es wird empfohlen, diese Funktion wenn benötigt, nur am Anfang für den ersten Punkt einer Messreihe zu verwenden. Dieses Bit wird nur bei speziellen Anwendung in Absprache mit OptiSense genutzt.

Die weiteren Messungen werden dann mit den am ersten Punkt ermittelten Leistungseinstellungen durchgeführt. Der Zustand der automatischen Leistungsanpassung kann in Tabelle [Ausgangssignale 0.6](#) ausgelesen werden.

### 7.2 Selbst-Test

Wie in der photothermischen Norm DIN EN

15042-2:2006 beschrieben, sollte die grundlegende Funktionsprüfung des Messsystems mit einem optisch undurchlässigen homogenen Versuchskörper mit einer guten Langzeitstabilität durchgeführt werden. Diese Überprüfung dient der Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Betriebs und sollte in regelmäßigen Abständen wiederholt werden.

Als Prüfkörper wird ein von OptiSense als Zubehör erhältliches Referenzglas (NG1) mit definierten optischen und thermischen Eigenschaften verwendet. Bei der Prüfung sollte diese Platte exakt im Arbeitsabstand (siehe [Technische Daten](#)) positioniert werden.

Nach Montage der Referenzprobe kann das Messsystem mit Hilfe von [Eingangssignal 0.12](#) in den Selbsttest-Modus versetzt werden. Dabei werden die notwendigen Messeinstellungen auf alle aktivierten Sensoren übertragen.

Anschließend können, wie in Kapitel [Messablauf](#) beschrieben, die Referenzmessungen durchgeführt werden. Auf den Kanälen für die Schichtdicke wird nun das gemessene Zeitsignal für jeden Sensor ausgegeben. Die Stärke des photothermischen Signals kann auf den Kanälen für die photothermische Amplitude ausgelesen werden. Die Werte geben die prozentuale Abweichung von den im jeweiligen Sensor hinterlegten Sollwerten an.

Sollte einer der oben genannten Werte außerhalb der zugelassenen Spezifikationen liegen, wird dies als Fehlermeldung auf dem Fehlerkanal des jeweiligen Sensors angezeigt.

## 8. Kommunikationsprotokolle

### 8.1 Einleitung

Zur Ansteuerung des PaintChecker Industrial Systems stehen je nach Ausstattung verschiedene Kommunikationsschnittstellen zur Verfügung. Die gebräuchlichsten Schnittstellen Profinet IO, Modbus RTU, DeviceNet und NativelP sind über den RJ45 Anschluss erreichbar. Über die USB Schnittstelle ist das OptiSense ASCII-Protokoll erreichbar. Die Protokolle sind in den nachstehenden Tabellen beschrieben.

Die Steuerkommandos sind in Tabelle [Eingangssignale](#) in *Protokoll Messsystemsteuerung* beschrieben. Die Ausgabeparameter sind in Tabelle [Ausgangssignale](#) in *Protokoll Messsystemsteuerung* nachzulesen.

### 8.2 Modbus RTU

Zur Steuerung des Messsystems über Modbus RTU sind die in Tabelle [Eingangssignale](#) und Tabelle [Ausgangssignale](#) angegebenen Registerinträge der Spalte *Modbus-RTU-Register* zu verwenden. Das Messsystem ist als Modbus-Slave über die Adresse "1" zu erreichen.

Die serielle Schnittstelle der Steuerungseinheit ist zuvor auf folgende Parameter einzustellen:

Baud-Rate:	57600
Data-Bits:	8
Stop-Bits:	1
Parity:	None

Die Register der Steuerkommandos (Tabelle [Eingangssignale](#)) können vollständig mit dem Funktionscode *Write multiple coils* (0x0f) sowie einzeln mit dem Code *Write single coil* (0x05) gesendet werden.

Die Registerstruktur der Ausgangssignale (Tabelle [Ausgangssignale](#)) kann mit dem Funktionscode *Read Input Register* (0x04) ausgelesen werden. Die Zykluszeit beträgt 50 ms.

### 8.3 Profinet

Die Profinet-Schnittstelle ist über einen Protokollkonverter, der als Master an die Modbus-RTU-Slave Schnittstelle angeschlossen ist, implementiert. Die Ausgabe der 16 Bit-Werte erfolgt in der Little-Endian Notation.

Zur Anbindung der übergeordneten Steuerung an das Messsystem ist zunächst die entsprechende Konfigurationsdatei (GDSML) des Konverters in der Steuerung einzubinden (siehe Handbuch der Steuerung).

Anschließend können die in Tabelle [Eingangssignale](#) und Tabelle [Ausgangssignale](#) angegebenen Registeradressen geschrieben bzw. ausgelesen werden. Die

Zykluszeit beträgt hierbei 20 ms. Neue Befehle werden bei Signaländerung (Update-on-Change) übertragen.

### 8.4 OptiSense ASCII-Protokoll

Die Ansteuerung des PaintChecker Industrial Controllers mit Hilfe von ASCII-Kommandos erfolgt über die serielle Schnittstelle des Messsystems.

Die serielle Schnittstelle der Steuerungseinheit ist zuvor auf folgende Parameter einzustellen:

Baud-Rate:	115200
Data-Bits:	8
Stop-Bits:	1
Parity:	None

Dazu sind die in Spalte ASCII Befehl (siehe Kapitel 10.2 Protokoll Messsystemsteuerung) aufgeführten Zeichenketten zu verwenden.

Eine Rückmeldung erfolgt über die angegebenen Einträge. Werden mehrere Größen gleichzeitig ausgegeben, sind diese durch ein Semikolon getrennt.

Zusätzlich zu den in Bezug auf Befehlseingaben erfolgten Meldungen des Messsystems können über den Befehl *s* der aktuelle Messdatenstatus und der aktuelle Systemstatus abgefragt werden.

### 8.5 Fehler-Codes

Bei Messfehlern werden die Fehlermeldungen für den Controller und jeden Sensor separat ausgegeben (Tabelle [Ausgangssignale](#)). Die Fehlermeldungen sind bitweise codiert, so dass auf einem Kanal

mehrere Fehlermeldungen gleichzeitig ausgegeben werden können. Diese können dann mit Hilfe der Tabelle *Fehlerbits* aufgeschlüsselt werden. **Beispiel:** Es wird Fehlercode 134 ausgegeben. Dies entspricht Fehler Bit 1,2 und 7, da  $2^1 + 2^2 + 2^7 = 134$

Fehlerbit	Fehlerbeschreibung	Handlungsanweisung
0	Messung wurde ausgelöst, aber Software-Freigabe ist nicht aktiviert	Software-Freigabe aktivieren
1	Messung wurde ausgelöst, aber Sicherheitskreis ist nicht aktiviert	Sicherheitskreis schließen und Sicherheitsschalter zurücksetzen
2	Warnung vor erhöhter Sensortemperatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wenn möglich Messfrequenz reduzieren</li> <li>• Montieren Sie den Sensor in einer wärmeableitenden Halterung</li> </ul>
3	Sensor überhitzt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wenn möglich Messfrequenz reduzieren</li> <li>• Montieren Sie den Sensor in einer wärmeableitenden Halterung</li> </ul>
4	Laserleistung zu niedrig	Bitte OptiSense Service kontaktieren
5	Photothermisches Signal zu schwach	Verwenden Sie eine Messeinstellung mit höherer Laserleistung
6	Photothermisches Signal zu hoch	Verwenden Sie eine Messeinstellung mit geringerer Laserleistung
7	Bauteiltemperatur zu niedrig (< 0° C)	Erwärmen Sie das Bauteil auf Raumtemperatur
8	Fehler in der Laserversorgung	Bitte OptiSense Service kontaktieren
9	Amplitudensignal der Referenzmessung außerhalb der Spezifikationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellen Sie sicher, dass die Referenzfläche sauber und frei von Kratzern ist.</li> <li>• Überprüfen Sie die korrekte Positionierung der Referenzprobe zum Sensor</li> <li>• Falls der Fehler weiter besteht kontaktieren Sie bitte den OptiSense Service</li> </ul>
10	Zeitsignal der Referenzmessung außerhalb der Spezifikationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellen Sie sicher, dass die Referenzfläche sauber und frei von Kratzern ist.</li> <li>• Überprüfen Sie die korrekte Positionierung der Referenzprobe zum Sensor</li> <li>• Falls der Fehler weiter besteht, kontaktieren Sie bitte den OptiSense Service</li> </ul>
11	Schichtdicke über Kalibrierungslimit	Verwenden Sie eine Kalibrierung mit höherer Grenzschichtdicke
12	Schichtdicke unterhalb Kalibrierungslimit	Verwenden Sie eine Kalibrierung mit geringerer Grenzschichtdicke
13	Photothermisches Signal unterhalb Kalibrierungslimit	Verwenden Sie eine Kalibrierung mit niedrigerer Grenze für das photothermische Signal
14	Sensor nicht verbunden	Stellen Sie sicher, dass der Sensor am aktivierten Port des Sensors angeschlossen ist

Tabelle 1: Fehlerbits



## 9. Wartung

### 9.1 Ersatzteile



**TIPPI!**

Eine jährliche Überprüfung und Wartung des Messsystems durch OptiSense oder durch von OptiSense eingewiesenem Personal wird empfohlen.

Von OptiSense GmbH & Co. KG sind folgende Ersatzteile erhältlich:

- Sensor
- Sensorkabel
- Controller
- Harting Steckersatz (Powersupply, Netzwerk und Sicherheitskreis)

Zum Messsystem passende Ersatzteile sind unter Angabe der Seriennummer des Controllers und der Anlagen bei OptiSense erhältlich.

E-Mail: info@optisense.com  
Tel. +49 23 64 50 882-0

### 9.2 Austausch Sensorkabel

Um ein defektes Kabel zu tauschen, ist zunächst sicherzustellen, dass die Stromversorgung des Controllers unterbrochen ist. Falls dies durch die übergeordnete Steuerung nicht möglich ist, sollte der Stecker X16 entfernt werden. Alle LEDs des Controllers müssen inaktiv (aus) sein.

Die Stecker des defekten Kabels sind nun an Controller- und Sensorseite zu lösen. Das Kabel wird entfernt und das neue Kabel in die Kabelführung ein gebracht (rote Seite am Sensor und schwarze am Controller). Die Stecker sind so zu drehen, dass sich die roten Punkte an Stecker und Buchse gegenüber liegen. Dann wird der Stecker eingeführt, bis dieser einrastet.



Tabelle 2: Stecker Sensorkabel

### 9.3 Austausch Controller

Wenn ein Austausch-Controller für eine bestimmte Anlage bestellt wurde, ist dieser bereits soweit eingerichtet, dass er mit den vorhandenen Sensoren für die jeweilige Messaufgabe genutzt werden kann. Es müssen jedoch die spezifischen Netzwerkparameter für Ihre Anlage eingepflegt werden.

Zunächst werden alle Stecker am defekten Controller entfernt und jedes Sensorkabel so markiert, das erkenntlich ist, an welcher Buchse es angesteckt war. Anschließend wird der defekte Controller aus der Anlage ausgebaut.

#### IP Configuration

IP address  
134.169.234.115

Subnet mask  
255.255.255.0

Default Gateway  
134.169.234.48

#### DNS Configuration

Primary DNS  
134.169.234.48

Secondary DNS  
0.0.0.0

Host Name  
PaintChecker

#### Password

Password

Change password

New Password

#### Comment

Module Comment

#### Version Information

Name	Label
Protocol	1.00
Module	3.03.1

Bild 19: System-Konfiguration

Nach Einbau des neuen Controllers werden alle Stecker wieder an die entsprechenden Buchsen angeschlossen. Kabel X16 ist dabei als letztes zu stecken, damit die Stromversorgung nicht vor dem Anstecken der Sensorkabel erfolgt.

Zur Netzwerkeinstellung des neuen Controllers wird ein PC benötigt, auf dem die Software IPConfig von HMS installiert ist. Diese ist unter folgendem Link kostenfrei erhältlich:

<https://www.anybus.com/technical-support/pages/files-and-documentation/?ordercode=AB7013>

Zunächst wird eine Netzwerkverbindung zwischen PC und Controller hergestellt (entweder über den zugehörigen Switch oder direkt über den Stecker X14) und anschließend die Software IPConfig gestartet.

Über den *Aktualisieren*-Button in der oberen linken Ecke wird der entsprechende Anybus (Standardeinstellung bei Auslieferung Name: PaintChecker DHCP: ON) ausgewählt (siehe Bild 20).

Nun kann in der rechten Seite des Fensters die zur Anlage passende Netzwerkeinstellung eintragen und durch den Button *Apply* übernommen werden. Die Einstellungen sind aktiv, sobald der Controller einmal stromlos war.

#### 9.4 Austausch Sensor

Um einen Sensor zu tauschen, muss die Stromversorgung des Controllers unterbrochen werden. Falls dies durch die übergeordnete Steuerung nicht möglich ist, ist Stecker X16 zu entfernen. Alle LEDs des Controllers müssen inaktiv (aus) sein. Danach wird ggfs. das rote Ende des Kabels vom Sensor entfernt.

Der Austauschsensor wird so gedreht, dass der rote Punkt an Kabel und Sensor aufeinander liegen. Der der Stecker wird eingeführt, bis dieser einrastet.

Nach Wiederherstellung der Stromversorgung des Controllers werden die LEDs am Sensor zunächst blinken und dann dauerhaft leuchten, sobald die Software-Freigabe durch die übergeordnete Steuerung erfolgt ist. Der Sensor ist nun funktionsfähig.

Zur Einstellung des Abstands zwischen Sensor und Messobjekt ist der Sensor so auszurichten, dass die drei LED-Punkte des Leuchtvisiers in einem Punkt zusammenlaufen. Zur optimalen Einstellung sollten mehrere Messungen mit leicht variierendem Abstand durchgeführt werden. Der Sensor ist richtig eingestellt, wenn der angezeigte Wert *Photothermal Amplitude* maximal ist.

#### Transportieren und Lagern

Unsachgemäße Lagerung kann zu Sachschäden am Messsystem führen. Controller und Sensor sind...

- Nicht im Freien aufbewahren
- Trocken und staubfrei lagern
- Keinen aggressiven Substanzen aussetzen
- Vor Sonneneinstrahlung zu schützen
- Mechanische Erschütterungen vermeiden

#### 9.5 Reinigen und Pflegen

Alle Wartungsarbeiten müssen ausschließlich von der OptiSense GmbH & Co. KG durchgeführt werden. Insbesondere darf niemals der Controller durch unqualifiziertes Personal geöffnet werden sowie der Frontring des Sensors abgeschraubt werden.



#### Achtung!

Die Verwendung von ätzenden, scheuernden und kratzenden Reinigungsmitteln kann zu erheblichen Sachschäden am Sensor führen.

Niemals Lösungsmittel für die Reinigung verwenden. Für die Linsenreinigung bitte nur Linsenreinigungstücher verwenden. Bei starker Verschmutzung Controller und Sensor mit einem feuchten, weichen Tuch abwischen.

#### 9.6 Entsorgung



Das Symbol „durchgestrichene Abfalltonne“ weist darauf hin, dass dieses Gerät nur getrennt von anderen Abfallarten und nicht über den Hausmüll entsorgt werden darf.

Grundsätzlich werden defekte Geräte von uns repariert. Kontaktieren Sie uns dazu gerne über [Service@optisense.com](mailto:Service@optisense.com). So werden Ressourcen und auch die Umwelt geschont.

Der PaintChecker Industrial enthält außerdem eine Lithium Puffer-Batterie. Diese darf nicht im Hausmüll entsorgt werden. Hier besteht die gesetzliche Pflicht zur Rückgabe gebrauchter Batterien an entsprechenden Sammelstellen. Altbatterien können Schadstoffe enthalten, die bei nicht sachgemäßer Lagerung oder Entsorgung die Umwelt oder Ihre Gesundheit schädigen können. Hier besteht die gesetzliche Pflicht zur Rückgabe gebrauchter Batterien an entsprechenden Sammelstellen. Sie können die Batterien nach Gebrauch entweder an uns zurücksenden oder z. B. im Handel oder in kommunalen Sammelstellen) unentgeltlich zurückgeben.

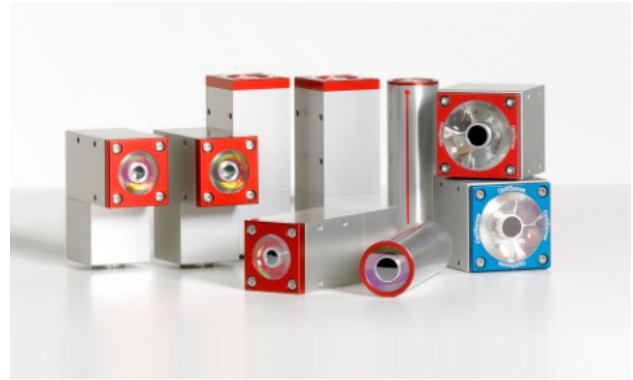
## 10. Technische Daten

### 10.1 Systemspezifikationen

#### 10.1.1 Typen

Die Sensoren aus Aluminium sind zur Montage an festen Aufnahmen ausgelegt.

Das konfektionierte Kabel zwischen Sensor und Controller hat eine Länge von 3 m, ist jedoch auch in einer 5 m Ausführung erhältlich.



Technische Daten   Lasersensoren Industrial						
Modell	Laser Angle LP	Laser Angle HP	Laser Tube LP	Laser Tube HP	Laser Line LP	Laser Line HP
Bauart	Winkel		Zylinder		Mini Tower	
Messbereich	1 - 1000 µm					
Messrate	max. 2,5 Hz					
Messzeit	125 - 1000 ms; Laserpuls: maximal 500ms					
Betriebsart	Impulsbetrieb					
Auflösung	1 % vom Messwert					
Genauigkeit	3 % vom Messwert					
Messabstand von der Linse	35 mm	100 mm	35 mm	100 mm	35 mm	100 mm
Abstandstoleranz	± 2,5 mm	± 5 mm	± 2,5 mm	± 5 mm	± 2,5 mm	± 5 mm
Winkeltoleranz zur Oberfläche des Messobjektes	± 15 °					
Messfeldgröße	0,3 mm	0,5 mm	0,3 mm	0,5 mm	0,3 mm	0,5 mm
Max. Pulsenergie	650 mJ	1250 mJ	650 mJ	1250 mJ	650 mJ	1250 mJ
Wellenlänge	1480 nm					
Beam Divergenz	20,3°	7,1°	20,3°	7,1°	20,3°	7,1°
Augensicher	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Maße (L x B x H)	87 x 28 x 41 mm		Ø 30 x 102 mm		38 x 36 x 104 mm	
Gewicht	330 g		150 g		330 g	
Laserklasse	1	4	1	4	1	4

Tabelle 3: Spezifikationen Lasersensoren

## Technische Daten | LED-Sensoren Industrial

Modell	Cube LED-R	Cube LED-B
Bauart	Würfel	
Messbereich	1 - 1000 µm	
Messrate	max. 2,5 Hz	
Messzeit	125 - 1000 ms	
Betriebsart	Impulsbetrieb	
Auflösung	1 % vom Messwert	
Genauigkeit	3 % vom Messwert	
Messabstand von der Linse	33 mm	
Abstandstoleranz	± 3 mm	
Winkeltoleranz	± 45 °	
Messfeldgröße	1 mm	
Max. Pulsenergie	1700 mJ	850 mJ
Wellenlänge	980 nm	360 nm
Risikogruppe	Risk 1	Risk 3
Augensicher	ja	
Maße (L x B x H)	50 x 51,6 x 55 mm	
Gewicht	280 g	
Schutzart	IP 50	

### 10.1.2 Controller

Der Controller beinhaltet in einem robusten IP50 Aluminiumgehäuse die Versorgung und Ansteuerung von bis zu 8 Sensoren, sowie die Komponenten zur Datenauswertung und Speicherung von grundlegenden Messeinstellungen.

Die Kommunikation mit einem angeschlossenen PC erfolgt über serielle Schnittstelle und/oder Profinet IO. Auf dem PC wird über die mitgelieferte Visualisierungs-Software die komplette Steuerung des Messablaufes und Speicherung der Messdaten ermöglicht.



Technische Daten   Controller Industrial						
Modell	LP	LED	HP	Multi LP	Multi LED	Multi HP
Sensorausgänge	1	1	1	8	8	8
Sensortyp	Laser	LED	Highpower Laser	Laser	LED	Highpower Laser
Augensicher	ja	ja	nein	ja	ja	nein
Stromversorgung	U <sub>~</sub> = 100-240 V; f <sub>~</sub> = 50/60 Hz					
Leistungsaufnahme	400 W					
Normung	DIN EN 15042-2					
Maße (L x B x H)	369 x 426,5 x 148 mm					
Gewicht	13,5 kg					
Schnittstellen	Profinet IO / deviceNet / NativeIP: RJ45 USB					
Luftfeuchtigkeit	0 - 90 %, nicht kondensierend					
Betriebstemperatur	10 - 40 °C					
Lagertemperatur	0 - 50 °C					
Schutzart	IP50					

Tabelle 4: Spezifikationen Controller

### 10.1.3 Blockschaltbild

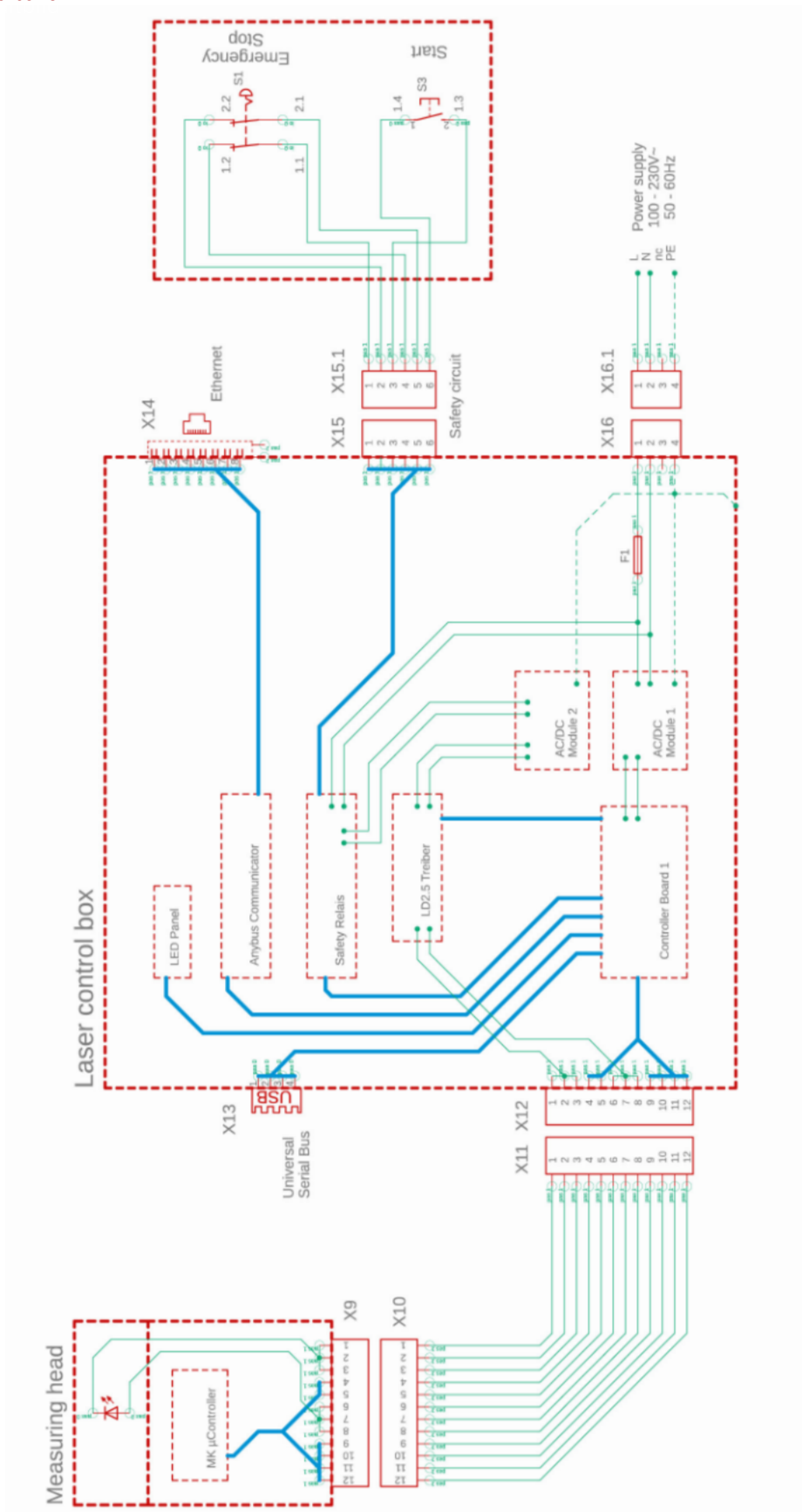


Bild 20: Blockschaltbild

#### 10.1.4 Freischaltprozess

Das Freischalten der Lichtquelle / Laser erfolgt gekoppelt über zwei getrennte  $\mu\text{C}$  Systeme. Der zentrale  $\mu\text{C}$  befindet sich im Industrial Controller. Das Controller Board kommuniziert dabei mit den bis zu 8 Sensoren.

- a. Beim „Enable“ per Software werden sowohl vom Messkopf als auch im Controller Board je ein in Reihe geschaltetes Relais auf dem Controller Board 1 angesprochen (siehe -> Blockschaltbild).
- b. Erst beim Anliegen eines Enable-Signals von dem  $\mu\text{C}$  auf dem Controller Board 1 und einer Anforderung seitens des  $\mu\text{C}$  im Messkopf wird ein vom Messkopf des Controllers erzeugtes PWM-Signal über die beiden in Serie geschalteten Relais zur Leistungsendstufe des Lasertreibers geleitet.
- c. Jeder Sensor hat eine eigene Leistungsendstufe, die zusätzlich über eine Enable Busleitung, gesteuert von der dem Controller Board 1, geschaltet wird.

Die Leistungsendstufen aller Sensoren sind an einem eigenen Netzteil angeschlossenen AC/DC Module 2 dessen Eingangsleistung über ein Safety Relais (PNOZ) abgesichert ist. Der Sensorkontakt dieses Safety Relais kann im Controller Board 1 potentialfrei ausgelesen werden. Das Safety Relais an sich kann aber nicht von dem  $\mu\text{C}$  angesteuert werden. Dazu sind die komplett galvanisch getrennten Leitungen zum Safety Circuit (Not-Aus, 2-stufig) und zum Rücksetzen des Safety Relais nach außen geführt. Das Safety Relais aktiviert sich nicht selbständig nach einer Störung.

#### 10.1.5 Sicherheitskonzept

- a. Im Industrial Controller: Jeder Sensor beendet die Messung und damit das PWM-Signal selbständig. Es sind maximal 1 Sekunde Messzeit per Software im Sensor einstellbar mit einem Duty Cycle von maximal 50 %.
- b. In einem der Sensoren: Der  $\mu\text{C}$  auf Controller Board 1 konfiguriert die Sensoren per Software und „kennt“ somit die zu erwartende Messzeit jedes Sensors. Da die Sensoren einzeln zum Ende der Messzeit auf Daten abgefragt werden, wird nach einer Zeitüberschreitung der Antwort von ca. 500 ms nach dem erwarteten Messzeitende das „Enable“ Relais aller Sensoren vom Controller abgeschaltet und so das evtl. noch vorhandene statische PWM-Signals eines defekten Sensors unterbrochen. Demnach wird der entsprechende

Laser bei maximaler Messzeit von 2 Sek. nach ca. 2,5 Sek. abgeschaltet.

## 10.1.6 Steckerbelegungen

<b>X14: TCP/IP-Anschluss Controller (Kabellänge max. 35 m)</b>				
<b>Funktion</b>	<b>Harting RJ Industr. IP67Data3A</b>	<b>Kabelnummer</b>	<b>RJ45 female/male Control</b>	<b>RJ45 Pin-Nummer</b>
Tx+	1	1	Tx+	1
Tx-	7	2	Tx-	2
Rx+	3	3	Rx+	3
Rx-	9	4	Rx-	6

Tabelle 5: Steckerbelegung X14

<b>X15 / X15.1: Sicherheitskreise Controller (Kabellänge max. siehe unten 1*)</b>			
<b>Funktion</b>	<b>Harting-Gehäuse Stecker/Buchse Han 4A-STI-S</b>	<b>Kabelnummer</b>	<b>Anschlüsse Schalter</b>
START (Laser enable)	X15.3	1	S3 / 1.3
	X15.6	2	S3 / 1.4
NOT-Aus 1	X15.1	3	S1 / 1.1
	X15.4	4	S1 / 1.2
NOT-Aus 2	X15.5	5	S1 / 2.1
	X15.2	6	S1 / 2.2

Tabelle 6: Steckerbelegung X15 / X15.1

<b>X16 / X16.1: Stromversorgung U<sub>~</sub> = 100-240 V; f<sub>~</sub> = 50/60 Hz (Kabellänge max. 35 m)</b>				
<b>Funktion</b>	<b>Harting-Stecker Han 3A-STAF 6 FE -S</b>	<b>Harting-Buchse Han 3A-STAF 6</b>	<b>Kabelnummer</b>	<b>Stromversorgung 240V~/50Hz</b>
L	X16.1	X16.1.1	1	~ L
N	X16.2	X16.1.2	2	~ N
Reserve	X16.3	X16.1.3	3	Reserve
PE	X16.4	X16.1.4	PE	PE

Tabelle 7: Steckerbelegung X16 / X16.1

<b>X17: Anybus PC-Anschluss (Kabellänge max. 35 m)</b>			
<b>Anybus Funktion</b>	<b>Anybus PC Anschluss</b>	<b>Sub-D Funktion</b>	<b>LTW-Buchse DB-09PFFS-SL7001</b>
GND	1	GND	X17.5
GND	2	GND	X17.5
RS232 Rx	3	RS232 Tx	X17.3
RS232 Tx	4	RS232 Rx	X17.2

Tabelle 8: Steckerbelegung X17

1\* Berechnung der max. Leitungslänge  $l_{max}$  im Eingangskreis:  $l_{max} = R_{lmax}/(R_l/km)$   
mit  $R_{lmax}$  = max. Gesamtleitungswiderstand und  $R_l/km$  = Leitungswiderstand/km



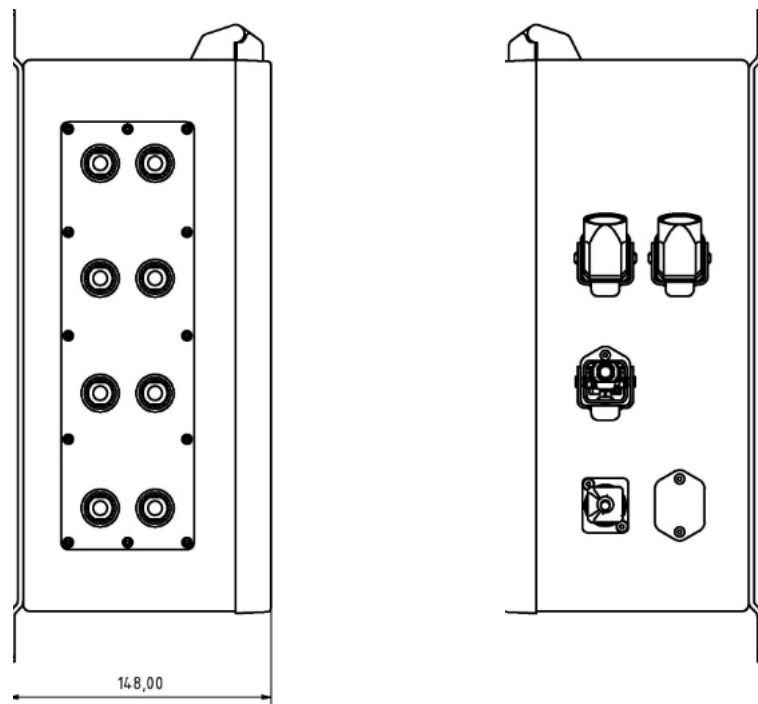
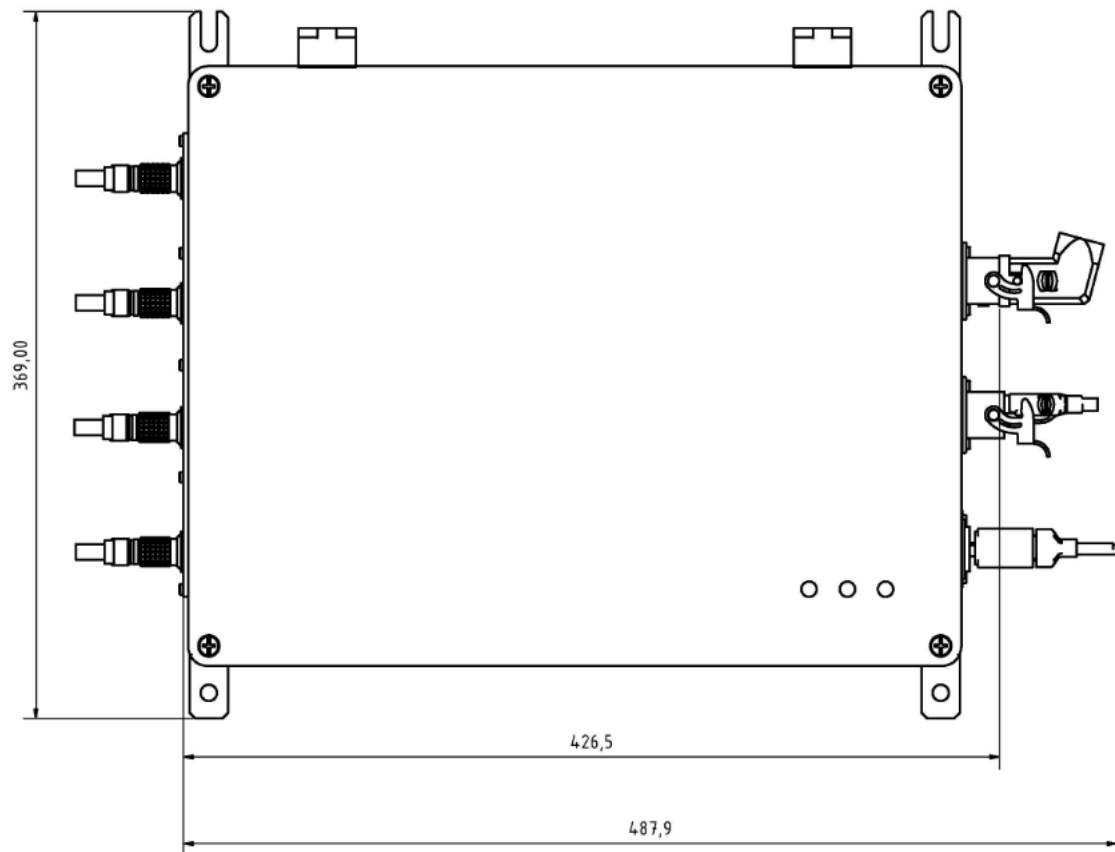


Bild 21: Steckerpositionen

## 10.2 Protokoll Messsystemsteuerung

### 10.2.1 Steuerkommandos

#	Bezeichnung	Einheit	Größe	Modbus-RTU Register		ASCII		Profi-Net IO
				Byte	Bit	Befehl	Kürzel	Bereich
0	Digitales Eingaberegister 1		2 Byte	0				0 - 15
0.0	Software-Freigabe	#	1 Bit	0	0	fe,<#>	mse	0
0.1	Nicht belegt	#	1 Bit	0	1			1
0.2	Nicht belegt	#	1 Bit	0	2			2
0.3	Nicht belegt	#	1 Bit	0	3			3
0.4	Start einer Messung	#	1 Bit	0	4	tt	cth	4
0.5	Nicht belegt	#	1 Bit	0	5			5
0.6	Zurücksetzen des Fehlerzählers	#	1 Bit	0	6	r	ecc	6
0.7	Aktivieren der automatischen Leistungsanpassung	#	1 Bit	0	7	fa,<#>	aas	7
0.8	Auswahl der Messeinstellungen Bit 0	1-16	1 Bit	0	8	cla,<#>	acg	8
0.9	Bit 1	1-16	1 Bit	0	9			9
0.10	Bit 2	1-16	1 Bit	0	10			10
0.11	Bit 3	1-16	1 Bit	0	11			11
0.12	Aktivierung des Selbsttests mit Grauglas-Probe	#	1 Bit	0	12	fs,<#>	sts	12
1	Digitales Eingaberegister 2		2 Byte	1				16 - 31
1.0	Aktivierung von Sensor 1	#	1 Bit	1	0	oca,1,<#>	con1	16
1.1	Aktivierung von Sensor 2	#	1 Bit	1	1	oca,2,<#>	con2	17
1.2	Aktivierung von Sensor 3	#	1 Bit	1	2	oca,3,<#>	con3	18
1.3	Aktivierung von Sensor 4	#	1 Bit	1	3	oca,4,<#>	con4	19
1.4	Aktivierung von Sensor 5	#	1 Bit	1	4	oca,5,<#>	con5	20
1.5	Aktivierung von Sensor 6	#	1 Bit	1	5	oca,6,<#>	con6	21
1.6	Aktivierung von Sensor 7	#	1 Bit	1	6	oca,7,<#>	con7	22
1.7	Aktivierung von Sensor 8	#	1 Bit	1	7	oca,8,<#>	con8	23

Tabelle 9: Eingangssignale

## 10.2.2 Ausgangssignale

#	Bezeichnung	Einheit	Größe	Modbus-RTU Register		ASCII		Profi-Net IO
				Byte	Bit	Befehl	Kürzel	Bereich
0	Digitales Ausgaberegister	#	2 Byte	0			DIO	0 - 15
0.0	Lifebit des Messkontrollers	#	1 Bit	0	0	s	l	0
0.1	Messdatenaufnahme abgeschlossen	#	1 Bit	0	1	s	m	1
0.2	Schichtdickenberechnung abgeschlossen	#	1 Bit	0	2	s	c	2
0.3	Software-Freigabe für Messgerät aktiv	#	1 Bit	0	3	s	m	3
0.4	Sicherheitskreis aktiv	#	1 Bit	0	4	s	s	4
0.5	Messdaten verfügbar	#	1 Bit	0	5	s	u	5
0.6	Status automatische Leistungsanpassung	#	1 Bit	0	6	s	A	6
0.7	Status Lasertreiber (nur High Power Controller)	#	1 Bit	0	7	s	L	7
0.8	Status Selbsttest mit Grauglas	#	1 Bit	0	8	s	S	8
1	Schichtdicke (an Sensor 1)	0,1 µm	2 Byte	1		sr	RCT	16 - 31
2	Nicht belegt	0,01 W	2 Byte	2		sr		32 - 47
3	Temperatur des Messobjekts (an Sensor 1)	0,01 °C	2 Byte	3		sr	BGT	48 - 63
4	Temperatur des Sensors (an Sensor 1)	0,01 °C	2 Byte	4		sr	DET	64 - 79
5	Anzahl Messungen (High-Word)	#	2 Byte	5		sr	DNH	80 - 95
6	Anzahl Messungen (Low-Word)	#	2 Byte	6		sr	DNL	96 - 111
7	Laufzeit (High-Word)	ms	2 Byte	7		sr	DTH	112 - 127
8	Laufzeit (Low-Word)	ms	2 Byte	8		sr		128 - 143
9	Photothermische Amplitude (an Sensor 1)	0,01 °C	2 Byte	9		sr	AMP <0,1,2>	144 - 159
10	Nummer der aktuellen Messeinstellung	#	2 Byte	10		s	#calIND	160 - 175
11	Nicht belegt	0	2 Byte	11		sr	0	176 - 191
12	Nicht belegt	0	2 Byte	12		sr	0	192 - 207
13	Nicht belegt	0	2 Byte	13		sr	0	208 - 223
14	Nicht belegt	0	2 Byte	14		sr	0	224 - 239
15	Nicht belegt	0	2 Byte	15		sr	0	240 - 255

#	Bezeichnung	Einheit	Größe	Modbus-RTU Register		ASCII		Profi-Net IO
				Byte	Bit	Befehl	Kürzel	Bereich
16	Nicht belegt	0	2 Byte	16		sr	0	256 - 271
17	Nicht belegt	0	2 Byte	17		sr	0	272 - 287
18	Zahlen für Fehlermeldungen	#	2 Byte	18		sr	ECC	288 - 303
19	Fehlercode für Sensor 1	#	2 Byte	19		sr	ERS	304 - 319
20	Fehlercode für Messcontroller	#	2 Byte	20		sr	ERC	320 - 335
21	Register Verbindungsstatus Sensoren	#	2 Byte	21		s	CON	336 - 351
21.0	Sensor 1 verbunden	#	1 Bit	21	0	s	1	336
21.1	Sensor 2 verbunden	#	1 Bit	21	1	s	2	337
21.2	Sensor 3 verbunden	#	1 Bit	21	2	s	3	338
21.3	Sensor 4 verbunden	#	1 Bit	21	3	s	4	339
21.4	Sensor 5 verbunden	#	1 Bit	21	4	s	5	340
21.5	Sensor 6 verbunden	#	1 Bit	21	5	s	6	341
21.6	Sensor 7 verbunden	#	1 Bit	21	6	s	7	342
21.7	Sensor 8 verbunden	#	1 Bit	21	7	s	8	343
22	Schichtdicke an Sensor 2	#	2 Byte	22		sr	RCT (je Zeile)	352 - 367
23	Schichtdicke an Sensor 3	#	2 Byte	23		sr	RCT (je Zeile)	368 - 383
24	Schichtdicke an Sensor 4	#	2 Byte	24		sr	RCT (je Zeile)	384 - 399
25	Schichtdicke an Sensor 5	#	2 Byte	25		sr	RCT (je Zeile)	400 - 415
26	Schichtdicke an Sensor 6	#	2 Byte	26		sr	RCT (je Zeile)	416 - 431
27	Schichtdicke an Sensor 7	#	2 Byte	27		sr	RCT (je Zeile)	432 - 447
28	Schichtdicke an Sensor 8	#	2 Byte	28		sr	RCT (je Zeile)	448 - 463
36	Temperatur des Messobjekts an Sensor 2	#	2 Byte	36		sr	BGT (je Zeile)	576 - 591
37	Temperatur des Messobjekts an Sensor 3	#	2 Byte	37		sr	BGT (je Zeile)	592 - 607
38	Temperatur des Messobjekts an Sensor 4	#	2 Byte	38		sr	BGT (je Zeile)	608 - 623
39	Temperatur des Messobjekts an Sensor 5	#	2 Byte	39		sr	BGT (je Zeile)	624 - 639
40	Temperatur des Messobjekts an Sensor 6	#	2 Byte	40		sr	BGT (je Zeile)	640 - 655
41	Temperatur des Messobjekts an Sensor 7	#	2 Byte	41		sr	BGT (je Zeile)	656 - 671

#	Bezeichnung	Einheit	Größe	Modbus-RTU Register		ASCII		Profi-Net IO
				Byte	Bit	Befehl	Kürzel	Bereich
42	Temperatur des Messobjekts an Sensor 8	#	2 Byte	42		sr	BGT (je Zeile)	672 - 687
43	Temperatur von Sensor 2	#	2 Byte	43		sr	DET (je Zeile)	688 - 703
44	Temperatur von Sensor 3	#	2 Byte	44		sr	DET (je Zeile)	704 - 719
45	Temperatur von Sensor 4	#	2 Byte	45		sr	DET (je Zeile)	720 - 735
46	Temperatur von Sensor 5	#	2 Byte	46		sr	DET (je Zeile)	736 - 751
47	Temperatur von Sensor 6	#	2 Byte	47		sr	DET (je Zeile)	752 - 767
48	Temperatur von Sensor 7	#	2 Byte	48		sr	DET (je Zeile)	768 - 783
49	Temperatur von Sensor 8	#	2 Byte	49		sr	DET (je Zeile)	784 - 799
50	Photothermische Amplitude an Sensor 2	#	2 Byte	50		sr	PHA <0.1.2> (je Zeile)	800 - 815
51	Photothermische Amplitude an Sensor 3	#	2 Byte	51		sr	PHA <0.1.2> (je Zeile)	816 - 831
52	Photothermische Amplitude an Sensor 4	#	2 Byte	52		sr	PHA <0.1.2> (je Zeile)	832 - 847
53	Photothermische Amplitude an Sensor 5	#	2 Byte	53		sr	PHA <0.1.2> (je Zeile)	848 - 863
54	Photothermische Amplitude an Sensor 6	#	2 Byte	54		sr	PHA <0.1.2> (je Zeile)	864 - 879
55	Photothermische Amplitude an Sensor 7	#	2 Byte	55		sr	PHA <0.1.2> (je Zeile)	880 - 895
56	Photothermische Amplitude an Sensor 8	#	2 Byte	56		sr	PHA <0.1.2> (je Zeile)	896 - 911
57	Fehlercode für Sensor 2	#	2 Byte	57		sr	ERS (je Zeile)	912 - 927
58	Fehlercode für Sensor 3	#	2 Byte	58		sr	ERS (je Zeile)	928 - 943
59	Fehlercode für Sensor 4	#	2 Byte	59		sr	ERS (je Zeile)	944 - 959
60	Fehlercode für Sensor 5	#	2 Byte	60		sr	ERS (je Zeile)	960 - 975
61	Fehlercode für Sensor 6	#	2 Byte	61		sr	ERS (je Zeile)	976 - 991
62	Fehlercode für Sensor 7	#	2 Byte	62		sr	ERS (je Zeile)	992 - 1007
63	Fehlercode für Sensor 8	#	2 Byte	63		sr	ERS (je Zeile)	1008 - 1023

Tabelle 10: Ausgangssignale

# OptiSense. Wir sind weltweit für Sie da.



## Hauptsitz Deutschland

OptiSense GmbH & Co. KG  
Annabergstraße 120  
45721 Haltern am See  
DEUTSCHLAND  
Tel. +49 2364 50882-0  
info@optisense.com  
www.optisense.com

## Amerika

Brasilien | GW Groupwork  
São Caetano do Sul/SP

USA | Rhopoint Americas Inc.  
Michigan, USA

## Asien

China | China Physical & Chemistry  
Analysis Techn. Develop. Co., Ltd.  
Peking 100012

China | FOERSTER NDT  
Instruments Co., Ltd.  
Shanghai 200072

Indonesien | PT Yakin Maju  
Sentosa | Jakarta 11180

Japan | Unitechnology Co., Ltd.  
Nagoya 456-0018

Malaysia | SPCL SYSTEMS SDN BHD  
47170 Puchong, Selangor

Südkorea | Woongchun Global Inc.  
Ansan-si, Gyeonggi-do

Thailand | iPaint Tech Co. Ltd  
Samutprakarn 10540

Thailand | G&R Finishing Equipment  
Co., Ltd. | Bangkok 10400

## Europa

Belgien | NauMetrics | 7621 GX Borne

Frankreich | Brant-Industrie  
59260 Hellemmes

Italien | URAI S.P.A. | 20057 Assago

Lettland | HES BATIC  
Riga LV-1073

Niederlande | NauMetrics  
7621 GX Borne

Polen | ITA spółka z ograniczoną  
odpowiedzialnością Sp. k. | Poznań

Türkei | Visiotek Ltd. Sti.  
34785 Sancaktepe | Istanbul