



## Betriebsanleitung optoNCDT 22xx

ILD2200-2  
ILD2200-10  
ILD2200-20  
ILD2200-40  
ILD2200-50  
ILD2200-100  
ILD2200-200  
ILD2200-500

ILD2220-2  
ILD2220-10  
ILD2220-20  
ILD2220-50  
ILD2220-100  
ILD2220-200  
ILD2220-500

ILD2210-10  
ILD2210-20  
ILD2212-10  
ILD2212-50

ILD2200-2LL  
ILD2200-10LL  
ILD2200-20LL  
ILD2200-50LL

ILD2220-2LL  
ILD2220-10LL  
ILD2220-20LL  
ILD2220-50LL

MICRO-EPSILON  
MESSTECHNIK  
GmbH & Co. KG  
Königbacher Strasse 15

D-94496 Ortenburg

Tel. 08542/168-0  
Fax 08542/168-90  
e-mail [info@micro-epsilon.de](mailto:info@micro-epsilon.de)  
[www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)



Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001: 2008

---

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Sicherheit.....</b>	<b>6</b>
1.1	Verwendete Zeichen .....	6
1.2	Warnhinweise.....	6
1.3	Hinweise zur CE-Kennzeichnung .....	7
1.4	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	8
1.5	Bestimmungsgemäßes Umfeld .....	8
<b>2.</b>	<b>Laserklasse.....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Funktionsprinzip, Technische Daten .....</b>	<b>10</b>
3.1	Kurzbeschreibung .....	10
3.2	Blockschaltbild .....	11
3.3	Technische Daten .....	12
3.4	Anzeige des Betriebszustandes am Controller .....	14
3.5	Laserabschaltung.....	14
<b>4.</b>	<b>Lieferung.....</b>	<b>15</b>
4.1	Lieferumfang .....	15
4.2	Lagerung.....	15
<b>5.</b>	<b>Montage.....</b>	<b>16</b>
5.1	Befestigung und Abmessungen des Sensors.....	17
5.1.1	ILD22xx.....	17
5.1.2	ILD2210 .....	19
5.2	Freiraum für Optik .....	20
5.2.1	ILD22xx.....	20
5.2.2	ILD2210 .....	22
5.2.3	ILD22xxLL.....	23
5.3	Sensorkabel .....	24
5.4	Befestigung und Abmessungen des Controllers .....	25
5.5	Anforderungen an Kabel und Kabelanschluss.....	26

---

<b>6.</b>	<b>Messaufbau, Inbetriebnahme .....</b>	<b>27</b>
6.1	Herstellung der Betriebsbereitschaft, Stromversorgung.....	27
6.2	Bedien- und Anzeigeelemente am Controller .....	28
6.3	Mittelung.....	29
6.3.1	Mittelungszahl N .....	29
6.3.2	Gleitender Mittelwert (Standardeinstellung) .....	30
6.3.3	Rekursiver Mittelwert.....	31
6.3.4	Median.....	31
6.3.5	Vergleich und Wirkung der Mittelwertbildung .....	32
6.3.6	Einstellen der Mittelungsart .....	35
6.4	Nullpunkt.....	36
6.5	Pin-Belegung 25-pol. Sub-D Buchse.....	37
6.6	Ausgangsschaltung des Fehlerausgangs.....	38
6.7	Synchronisation .....	39
6.8	Reaktion des Analogausgangs bei Fehler.....	40
6.9	Zeitverhalten.....	41
6.10	Pin-Belegung für RS422-Verbindung.....	42
<b>7.</b>	<b>Digitale Schnittstelle RS422 .....</b>	<b>43</b>
7.1	Datenformat .....	44
7.2	Aufbau der Kommandodaten .....	45
7.2.1	Kommandoantwort, Fehlerfreie Kommunikation.....	47
7.2.2	Kommandoantwort, Kommunikation mit Fehler.....	47
7.3	Informationskommando.....	48
7.4	Zero-Kommando.....	48
7.5	Average-Kommando 0..3.....	49
7.6	Average-Kommando n.....	50
7.7	Mittelungsart ändern.....	50
7.8	Reset-Kommando .....	51
7.9	Start-Kommando.....	51
7.10	Stop-Kommando.....	52
7.11	Sensoreinstellungen auslesen.....	52
7.12	Laser ausschalten .....	54
7.13	Laser einschalten.....	54
7.14	Tastatur sperren .....	54
7.15	Reaktionszeit.....	55

---

<b>8.</b>	<b>Hinweise für den Betrieb .....</b>	<b>56</b>
8.1	Reflexionsgrad der Messoberfläche .....	56
8.2	Fehlereinflüsse .....	57
8.3	Reinigung der Schutzscheiben.....	60
<b>9.</b>	<b>Messwertausgabe .....</b>	<b>61</b>
9.1	Analog-Spannung .....	61
9.2	Digital, Umrechnung .....	61
9.3	Digitaler Fehlercode.....	61
<b>10.</b>	<b>Software.....</b>	<b>62</b>
10.1	Demosoftware .....	62
10.1.1	Systemvoraussetzungen .....	62
10.1.2	Notwendige Kabel und Programmroutinen.....	62
10.1.3	Messbetrieb.....	63
10.2	Softwareunterstützung mit MEDAQLib.....	64
<b>11.</b>	<b>Haftung für Sachmängel .....</b>	<b>65</b>
<b>12.</b>	<b>Service, Reparatur.....</b>	<b>65</b>
<b>13.</b>	<b>Außerbetriebnahme, Entsorgung .....</b>	<b>65</b>
<b>14.</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>66</b>
14.1	Zubehör, Serviceleistungen .....	66
14.2	Schutzgehäuse .....	67
14.3	Werkseinstellung.....	70

## 1. Sicherheit

Die Systemhandhabung setzt die Kenntnis der Betriebsanleitung voraus.

### 1.1 Verwendete Zeichen

In dieser Betriebsanleitung werden folgende Bezeichnungen verwendet:



Zeigt eine gefährliche Situation an, die zu geringfügigen oder mittelschweren Verletzungen führt, falls diese nicht vermieden wird.



Zeigt eine Situation an, die zu Sachschäden führen kann, falls diese nicht vermieden wird.



Zeigt eine ausführende Tätigkeit an.



Zeigt einen Anwendertipp an.

### 1.2 Warnhinweise



Schließen Sie die Spannungsversorgung nach den Vorschriften für elektrische Betriebsmittel an.  
> Verletzungsgefahr

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors und/oder des Controllers



Vermeiden Sie Stöße und Schläge auf den Sensor.

> Beschädigung oder Zerstörung des Controllers und/ oder des Sensors

Die Versorgungsspannung darf angegebene Grenze nicht überschreiten.

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors und/ oder des Controllers

Schützen Sie das Sensorkabel vor Beschädigung.

> Zerstörung des Sensors

> Ausfall des Messgerätes

Vermeiden Sie die dauernde Einwirkung von Spritzwasser auf den Sensor (und den Controller).  
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors und des Controllers.

Betreiben Sie den Sensor nur an dem Controller mit gleicher Seriennummer. Ein Tausch der Komponenten untereinander ist nicht möglich.

<Verlust der spezifizierten technischen Daten

### **1.3 Hinweise zur CE-Kennzeichnung**

Für das Messsystem opto NCDT 22xx gilt:

- Richtlinie 2004/108/EG
- Richtlinie 2006/95/EG

Produkte, die das CE-Kennzeichen tragen, erfüllen die Anforderungen der EMV-Richtlinie 2004/108/EG „Elektromagnetische Verträglichkeit“ und die dort aufgeführten harmonisierten europäischen Normen (EN). Die EU-Konformitätserklärung wird gemäß der EU-Richtlinie, Artikel 10, für die zuständige Behörde zur Verfügung gehalten bei

MICRO-EPSILON MESSTECHNIK  
GmbH & Co. KG  
Königbacher Straße 15  
94496 Ortenburg

Das Messsystem ist ausgelegt für den Einsatz im Industriebereich und erfüllt die Anforderungen gemäß den Normen

- EN 61326-1: 2006-10
- DIN EN 55011: 2007-11
- EN 61000-6-2: 2006-03
- Das Messsystem erfüllt die Anforderungen, wenn bei Installation und Betrieb die in der Betriebsanleitung beschriebenen Richtlinien eingehalten werden.

#### 1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Das Messsystem ist für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich konzipiert.
- Es wird eingesetzt zur
  - Weg-, Abstands-, Positions- und Welligkeitsmessung
  - Qualitätsüberwachung und Dimensionsprüfung
- Das Messsystem darf nur innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Werte betrieben werden, siehe Kap. 3.3.
- Das Messsystem darf nur so eingesetzt werden, dass bei Fehlfunktionen oder Totalausfall des Sensors keine Personen gefährdet oder Maschinen beschädigt werden können.
- Treffen Sie bei sicherheitsbezogener Anwendung zusätzlich Vorkehrungen für die Sicherheit und zur Schadensverhütung.

#### 1.5 Bestimmungsgemäßes Umfeld

- Schutzart:
  - Sensor: IP 65 (gilt nur bei angeschlossenem Sensorkabel)
  - Controller: IP 50
- Der Schutzgrad gilt nicht für optische Eingänge, da deren Verschmutzung zur Beeinträchtigung oder dem Ausfall der Funktion führt.
- Betriebstemperatur: 0 bis 50 °C
- Lagertemperatur: -20 bis +70 °C
- Luftfeuchtigkeit: 5 - 95 % (nicht kondensierend)
- Umgebungsdruck: Atmosphärendruck
- EMV: Gemäß EN 61326-1: 2006-10  
DIN EN 55011: 2007-11  
EN 61000-6-2: 2006-03

! Die Schutzart ist beschränkt auf Wasser (keine Bohremulsionen oder Ähnliches)!

## 2. Laserklasse

Die Sensoren arbeiten mit einem Halbleiterlaser der Wellenlänge 670 nm (sichtbar/rot). Der Laser wird gepulst betrieben, die Pulsfrequenz entspricht der Messrate (zum Beispiel = 10 kHz). Die Pulsdauer wird geregelt bis fast Dauerstrich (zum Beispiel  $t = 1$  bis  $80 \mu\text{s}$ ). Die maximale optische Ausgangsleistung ist  $\leq 1$  mW. Die Sensoren sind in die **Laserklasse 2** eingeordnet. Beim Betrieb der Sensoren sind die einschlägigen Vorschriften nach DIN EN60825-1 (VDE 0837, Teil 1 von 11/2001) und die in Deutschland gültige Unfallverhütungsvorschrift „Laserstrahlung“ (BGV B2 / VBG93 von 1/97 und BGI 832 von 7/2002) zu beachten.

**i** Beachten Sie die Laserschutzvorschriften!

### VORSICHT

Schauen Sie nicht absichtlich in den Laserstrahl! Schließen Sie bewusst die Augen oder wenden Sie sich sofort ab, falls die Laserstrahlung ins Auge trifft.

Danach gilt: Bei Lasereinrichtungen der Klasse 2 ist das Auge bei zufälliger, kurzzeitiger Einwirkung der Laserstrahlung, das heißt Einwirkungsdauer bis 0,25 s nicht gefährdet.

Lasereinrichtungen der Klasse 2 dürfen Sie deshalb **ohne weitere Schutzmaßnahmen einsetzen**, wenn Sie nicht absichtlich länger als 0,25 s in den Laserstrahl oder in spiegelnd reflektierte Strahlung hineinschauen.

Da vom Vorhandensein des Lidschlussreflexes in der Regel nicht ausgegangen werden darf, sollte man **bewusst die Augen schließen oder sich sofort abwenden**, falls die Laserstrahlung ins Auge trifft. Laser der Klasse 2 sind **nicht** anzeigepflichtig und ein Laserschutzbeauftragter ist **nicht erforderlich**.

Am Sensorgehäuse ist folgendes Hinweisschild (Vorder- und Rückseite) angebracht:



DIN - Standard

Die Laserschilder für Deutschland sind bereits aufgedruckt (siehe oben), die Hinweisschilder für den EU-Raum und die USA sind beigelegt und vom Anwender für die jeweils gültige Region vor der ersten Inbetriebnahme anzubringen.

Der Betrieb des Lasers wird optisch durch die LED am Sensor und am Controller angezeigt. Die Gehäuse der optischen Sensoren dürfen nur von autorisiertem Personal geöffnet werden. Für Reparatur und Service sind die Sensoren in jedem Fall an den Hersteller zu senden.

**i** Wenn beide Hinweisschilder im angebauten Zustand verdeckt sind, muss der Anwender selbst für zusätzliche Hinweisschilder an der Anbaustelle sorgen.

### 3. Funktionsprinzip, Technische Daten

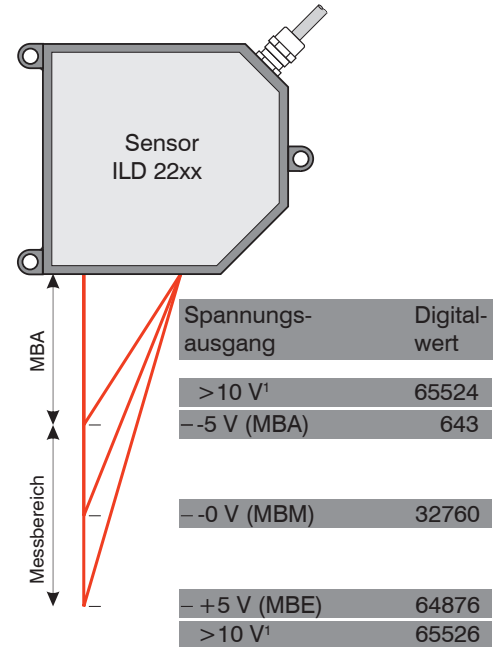
#### 3.1 Kurzbeschreibung

Das Messsystem besteht aus einem laseroptischen Sensor und einem Controller. Der Sensor arbeitet nach dem Prinzip der optischen Triangulation, das heißt ein sichtbarer, modulierter Lichtpunkt wird auf die Oberfläche des Messobjektes projiziert.

**i** Sensor und Controller bilden eine Einheit

Der diffuse Anteil der Reflexion dieses Lichtpunktes wird von einer Empfängeroptik, die in einem bestimmten Winkel zur optischen Achse des Laserstrahls angeordnet ist, abstandsabhängig auf einem ortsauflösenden Element (CCD- Zeile) abgebildet.

Aus dem CCD-Signal wird in Echtzeit die Intensität der diffusen Reflexion ermittelt. Dadurch ist der Sensor in der Lage, noch während der Messwertverarbeitung Intensitätsschwankungen auszuregulieren und dies in einem sehr weiten Reflexionsgradbereich (von fast totaler Absorption bis nahezu totaler Reflexion).



1) Abhängig von der Einstellung des Analogausgangs bei Fehler, siehe Kap. 6.8.

Abb. 1 Begriffsdefinition, Ausgangssignal

- MBA = Messbereichsanfang
- MBM = Messbereichsmitte
- MBM = Messbereichsende

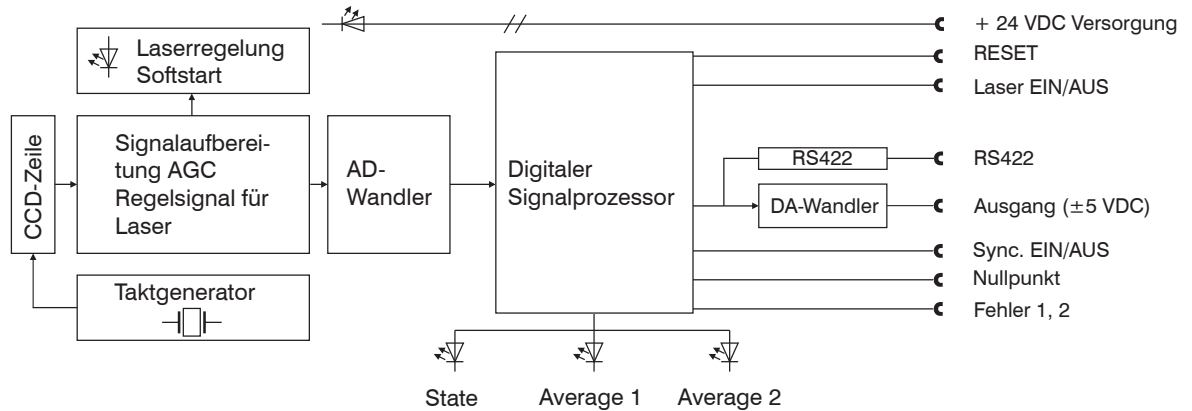
Leuchtdioden am Controller, siehe Kap. 3.4, siehe Kap. 6.1, signalisieren:

- Über- beziehungsweise Unterschreitung des Messbereichs, ungeeignetes oder kein Messobjekt
- Messobjekt im Messbereich
- Messobjekt in Messbereichsmitte
- Laser EIN/AUS-Versorgungsspannung vorhanden
- Aktueller Mittelwert

Leuchtdioden am Sensor signalisieren:

- Über- beziehungsweise Unterschreitung des Messbereichs
- Ungeeignetes oder kein Messobjekt
- Messbereichsmitte
- Laser EIN/AUS

### 3.2 Blockschaubild



**3.3 Technische Daten**

Modell	ILD 22xx -	2	10	20	40	50	100	200	500	ILD 2210-10	ILD 2210-20
Messprinzip	laseroptisch, Triangulation										
Messbereich	mm	2	10	20	40	50	100	200	500	10	20
Messbereichsanfang	mm	24	30	40	175	45	70	130	200	95	90
Messbereichsmitte	mm	25	35	50	195	70	120	230	450	100	100
Messbereichsende	mm	26	40	60	215	95	170	330	700	105	110
Linearität	$\mu\text{m}$	$\pm 1$	$\pm 3$	$\pm 6$	$\pm 12$	$\pm 15$	$\pm 30$	$\pm 60$	$\pm 400$	$\pm 3$	$\pm 6$
		$\leq \pm 0,05 \% \text{ d.M.}$		$\leq \pm 0,03 \% \text{ d.M.}$				$\leq \pm 0,08 \% \text{ d.M.}$		$\leq \pm 0,03 \% \text{ d.M.}$	
Auflösung (bei 10 kHz)	$\mu\text{m}$	0,03	0,15	0,3	0,6	0,8	1,5	3	7,5	0,5	1
		$0,0015 \% \text{ d.M.}$								$0,005 \% \text{ d.M.}$	
Messrate <sup>4</sup>	10 kHz (ILD22xx), 20 kHz (ILD222x)									10 kHz	
Lichtquelle (Halbleiterlaser)	670 nm, rot (Wellenlänge), 1 mW (max. Leistung), 2 (Laserklasse)										
Zulässiges Fremdlicht	30.000 lx										
Lichtfleckdurchmesser <sup>3</sup>	MBA, $\mu\text{m}$	80	110	160	230	215	350	1300	1500	130	200
	MBM, $\mu\text{m}$	35	50	60	210	80	130	1300	1500	60	60
	MBE, $\mu\text{m}$	80	110	160	230	215	350	1300	1500	130	200
Schutzgrad	Sensor	IP 65									
	Controller	IP 50									
Temperaturstabilität	0,025 % d.M./K			0,01 % d.M./K							
Betriebstemperatur	0 °C ... 50 °C										
Lagertemperatur	-20 °C ... 70 °C										
Ausgang	Analog	$\pm 5 \text{ V}$								$\pm 5 \text{ V (-10 V ... +10 V)}$	
	Digital	RS422/ 691,2 kBaud								RS422/ 687,5 kBaud	
Versorgung	24 VAC ( $\pm 15 \%$ ), max. 500 mA										
Sensorkabel	Standard: 2 m - integriert										
	Option: 5 m / 10 m <sup>1</sup>										

Modell	ILD 22xx -	2	10	20	40	50	100	200	500	ILD 2210-10	ILD 2210-20	
Controller	Funktionen: Auto Zero / Messwertmittlung Abmessungen: 143 x 145 x 52 mm											
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	gem. EN 61326-1: 2006-10, DIN EN 55011: 2007-11, EN 61000-6-2: 2006-03											
Vibration <sup>2</sup>	2 g / 20 ... 500 Hz											
Schock <sup>2</sup>	15 g / 6 ms/ 3 Achsen											
Masse	Sensor										ca. 0,5 kg	
	Controller										ca 1 kg	

Die angegebenen Daten gelten für eine weiße, diffus reflektierende Oberfläche (Referenz: Keramik).

d.M. = des Messbereichs                      MBA = Messbereichsanfang

MBM = Messbereichsmitte                      MBE = Messbereichsende





- 1) Sensor und Controller sind auf die jeweilige Kabellänge kalibriert. Betrieb nur mit dieser kalibrierten Kabellänge.
- 2) Die Daten für den Sensor sind nach DIN EN 60068-2-6 (Vibration) und DIN EN 60068-2-29 (Schock) gemessen.
- 3) Spezifische Werte für Sensoren der Reihe ILD22xx-xLL
- 4) Max. 5 kHz für Sensoren der Reihe ILD 2202.


Sensoren mit großem Grundabstand		
Typ	Messrate	Messbereichsanfang
ILD2210-10	10 kHz	95 mm
ILD2210-20	10 kHz	90 mm
ILD2212-10	5 kHz	95 mm
ILD2212-50	5 kHz	550 mm

### Lichtfleckdurchmesser ILD 2200-xLL, ILD 2220-xLL

	ILD22x0-2LL	ILD22x0-10LL	ILD22x0-20LL	ILD22x0-50LL
MBA	85 x 240 $\mu\text{m}$	120 x 405 $\mu\text{m}$	185 x 485 $\mu\text{m}$	350 x 320 $\mu\text{m}$
MBM	24 x 280 $\mu\text{m}$	35 x 585 $\mu\text{m}$	55 x 700 $\mu\text{m}$	70 x 960 $\mu\text{m}$
MBE	64 x 400 $\mu\text{m}$	125 x 835 $\mu\text{m}$	195 x 1200 $\mu\text{m}$	300 x 1940 $\mu\text{m}$

### 3.4 Anzeige des Betriebszustandes am Controller

LED State	Farbe		Beschriftung am Controller
Messobjekt im Messbereich		grün	OK
Messbereichsmitte		gelb	Mid range
Außerhalb des Messbereichs, zu niedrige Reflexion		rot	Poor target; out of range
Laserabschaltung, siehe Kap. 3.5		-	Laser off

LED Power	
Versorgungsspannung vorhanden	

### 3.5 Laserabschaltung

Für Wartungszwecke oder Ähnliches kann der Laser über einen externen Schalter zwischen den Pins 4 und 17 außer Betrieb gesetzt werden. Zum Schalten eignen sich sowohl ein Schalttransistor mit offenem Kollektor (zum Beispiel in einem Optokoppler) als auch ein Relaiskontakt.

**i** Der Laser bleibt abgeschaltet, solange die Pins 4 und 17 an der Sub-D Buchse nicht miteinander elektrisch leitend verbunden sind.

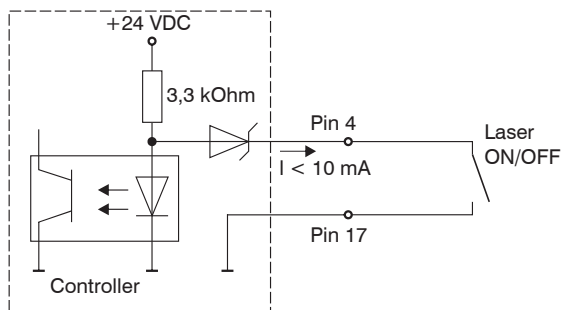


Abb. 2 Prinzipschaltung der Laserabschaltung


Im eingeschalteten Zustand fließen zwischen Pin 4 und 17 maximal 10 mA. Die Restspannung sollte dabei kleiner als 0,1 V sein.

Reaktionszeit: Der Sensor braucht circa 11 ms Zeit bis korrekte Messdaten gesendet werden, nachdem der Laser wieder eingeschaltet wurde, siehe Kap. 7.15.

## **4. Lieferung**

### **4.1 Lieferumfang**

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1 Sensor ILD 22xx                 | 1 Satz GummifüÙe für Controller                     |
| 1 Controller                      | 1 25 pol. Sub-D Stecker mit geschirmter Griffschale |
| 1 Betriebsanleitung               |   |
| 1 CD mit Treiber und Demoprogramm |   |

 Nach dem Auspacken sofort auf Vollständigkeit und Transportschäden prüfen.  
Bei Schäden oder Unvollständigkeit wenden Sie sich bitte sofort an den Lieferanten.

### **4.2 Lagerung**

- Lagertemperatur: -20 bis +70 °C  
Luftfeuchtigkeit: 15 - 95 % (nicht kondensierend)

## 5. Montage

Der ILD 22xx ist ein optischer Sensor, mit dem im  $\mu\text{m}$ -Bereich gemessen wird. Achten Sie bei Montage und Betrieb auf sorgsame Behandlung. Für den Einsatz der Sensoren in verschmutzter Umgebung oder erhöhter Umgebungstemperatur empfiehlt MICRO-EPSILON die Verwendung von Schutzgehäusen für die Sensoren. Weitere Hinweise zur Verwendung und Montage, siehe Kap. 14.2.



Abb. 3 Systemaufbau mit Sensor, Sensorkabel, Controller und Versorgungs- und Ausgangskabel

Kabel	Schleppkettentauglich	Biegeradius (min, ständig)
CE1800-x	•	50 mm
PC1800-x	•	60 mm

Optionales Zubehör:

CE1800-x Sensorkabelverlängerung

PC1800-x Versorgungs- u. Ausgangskabel

x = Kabellänge in m

Ab einer Sensorkabellänge von 5 m wird das Sensorkabel mit in die Kalibrierung einbezogen.

## 5.1 Befestigung und Abmessungen des Sensors

### 5.1.1 ILD22xx

Der Sensor wird über 3 Schrauben M4 montiert.

**i** Der Laserstrahl muss senkrecht auf die Objektoberfläche treffen, andernfalls sind Messunsicherheiten nicht auszuschließen.

Achten Sie bei Montage und Betrieb des Sensors auf eine sorgsame Behandlung!

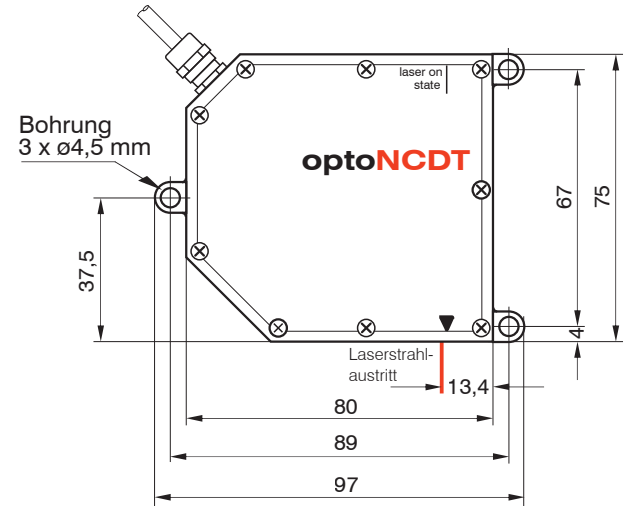
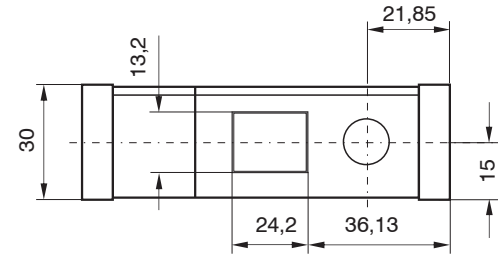


Abb. 4 Maßzeichnung des Sensors, Abmessungen in mm (nicht maßstabgetreu). Messbereiche: 2/10/20/50/100 mm

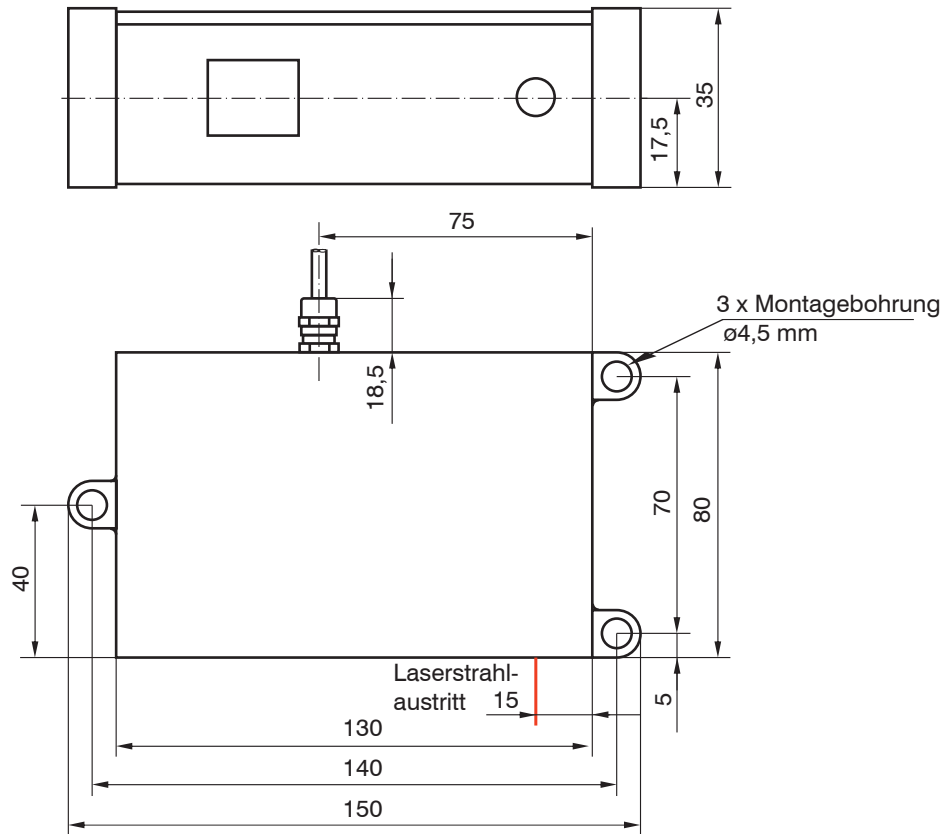
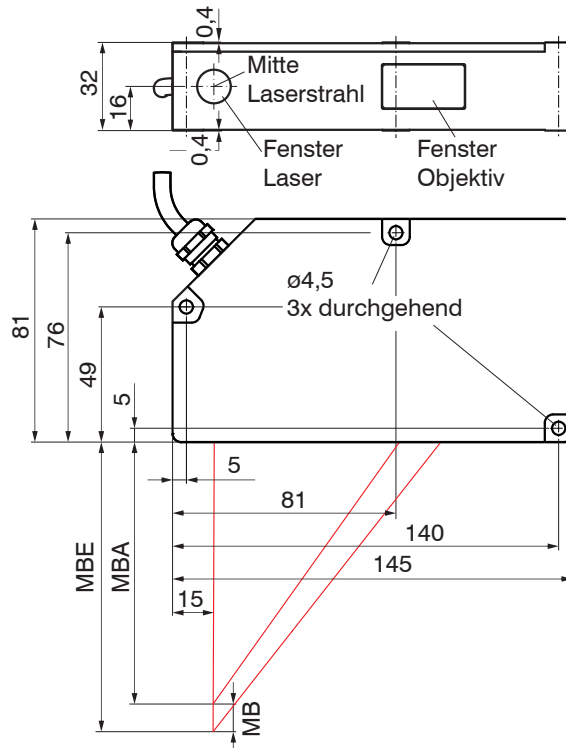


Abb. 5 Maßzeichnung des Sensors, Abmessungen in mm (nicht maßstabsgetreu).  
Messbereich: 40/200/500 mm

5.1.2 ILD2210



	ILD 2210-10	ILD 2210-20
MB	10	20
MBA	95	90
MBE	105	110

Abb. 6 Maßzeichnung des Sensors ILD 2210, Abmessungen in mm (nicht maßstabsgetreu).  
Messbereich 10/20 mm

## 5.2 Freiraum für Optik

### 5.2.1 ILD22xx

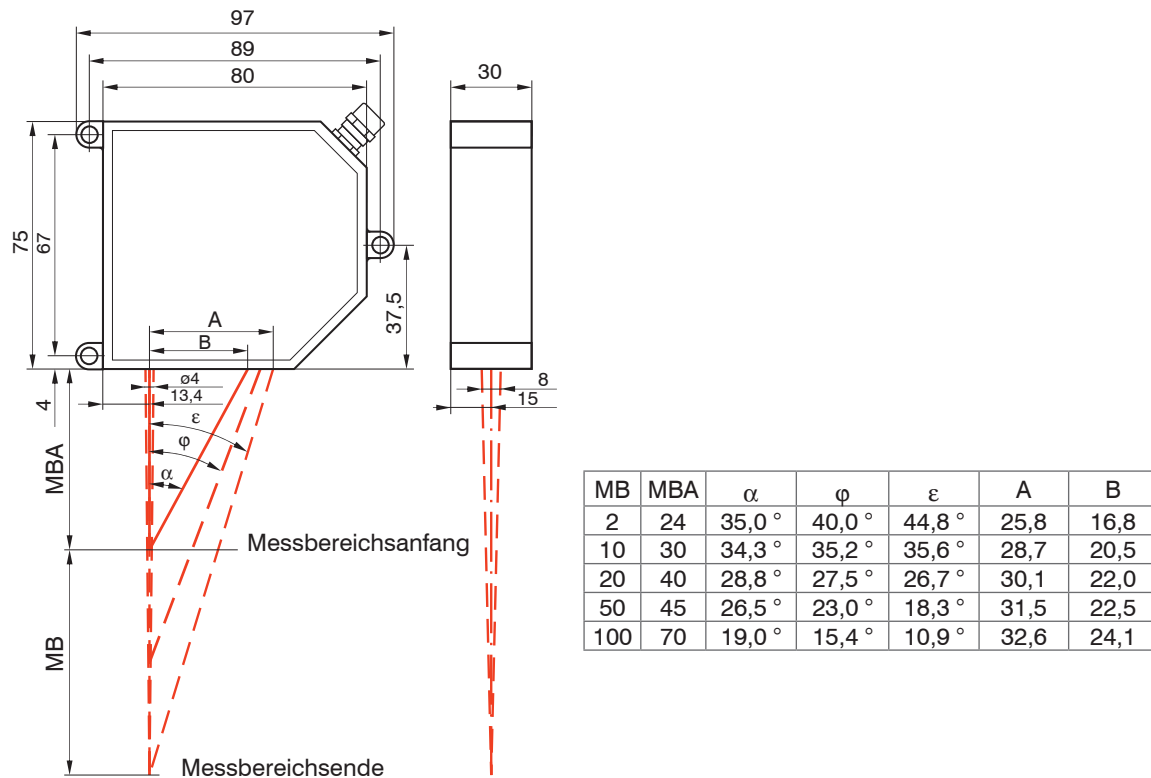
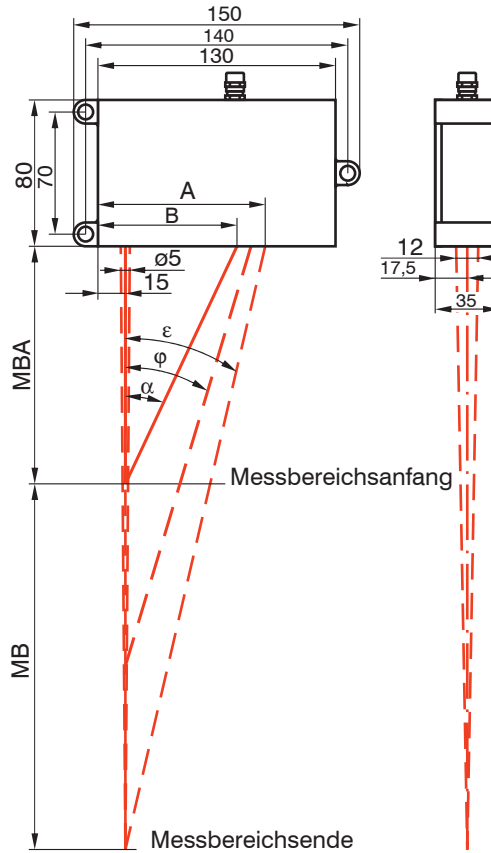


Abb. 7 Freiraum für die Messbereiche 2/10/20/50/100 mm  
(Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu)



MB	MBA	$\alpha$	$\varphi$	$\varepsilon$	A	B
40	175	22,1 °	21,9 °	21,8 °	101	86
200	130	25,1 °	16,7 °	13,1 °	91,6	76
500	200	19,3 °	9,8 °	7,0 °	101	85

Abb. 8 Freiraum für die Messbereiche 40/200/500 mm, Abmessungen in mm (nicht maßstabsgetreu)

## 5.2.2 ILD2210

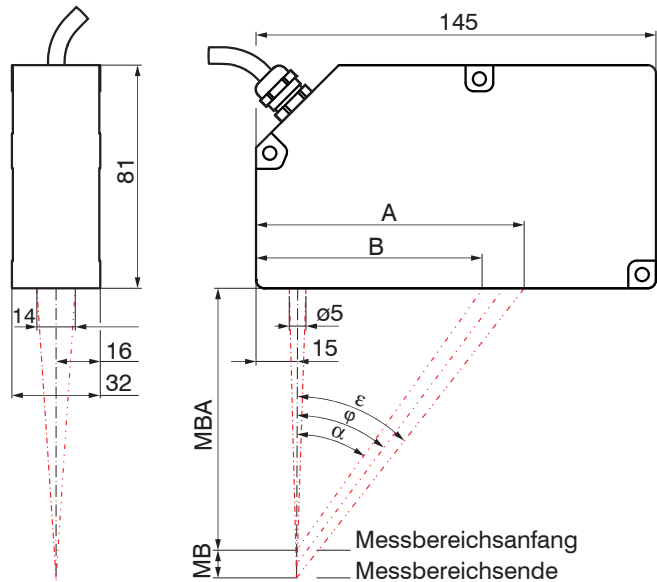


Abb. 9 Freiraum für die Messbereiche ILD2210, Messbereiche 10 und 20 mm, Abmessungen in mm (nicht maßstabsgetreu)

MB	MBA	$\alpha$	$\varphi$	$\epsilon$	A	B
10	95	34,6 °	36,9 °	38,8 °	99,4	80,6
20	90	36,1 °	36,9 °	37,5 °	99,4	80,6



### 5.3 Sensorkabel

- ➡ Unterschreiten Sie nicht den Biegeradius für das Sensorkabel von 60 mm.
- ➡ Verwenden Sie Signalleitungen nicht neben oder zusammen mit Netzleitungen oder impulsbelasteten Leitungen (zum Beispiel für Antriebe und Magnetventile) in einem Bündel oder Kabelkanal, sondern verwenden Sie separate Kabelkanäle.

Wird das Sensorkabel nachträglich verlängert, erfordert dies eine Neukalibrierung des kompletten Messsystems. Unser Vertrieb hilft Ihnen dabei und klärt mit Ihnen die erforderlichen Schritte.

## 5.4 Befestigung und Abmessungen des Controllers

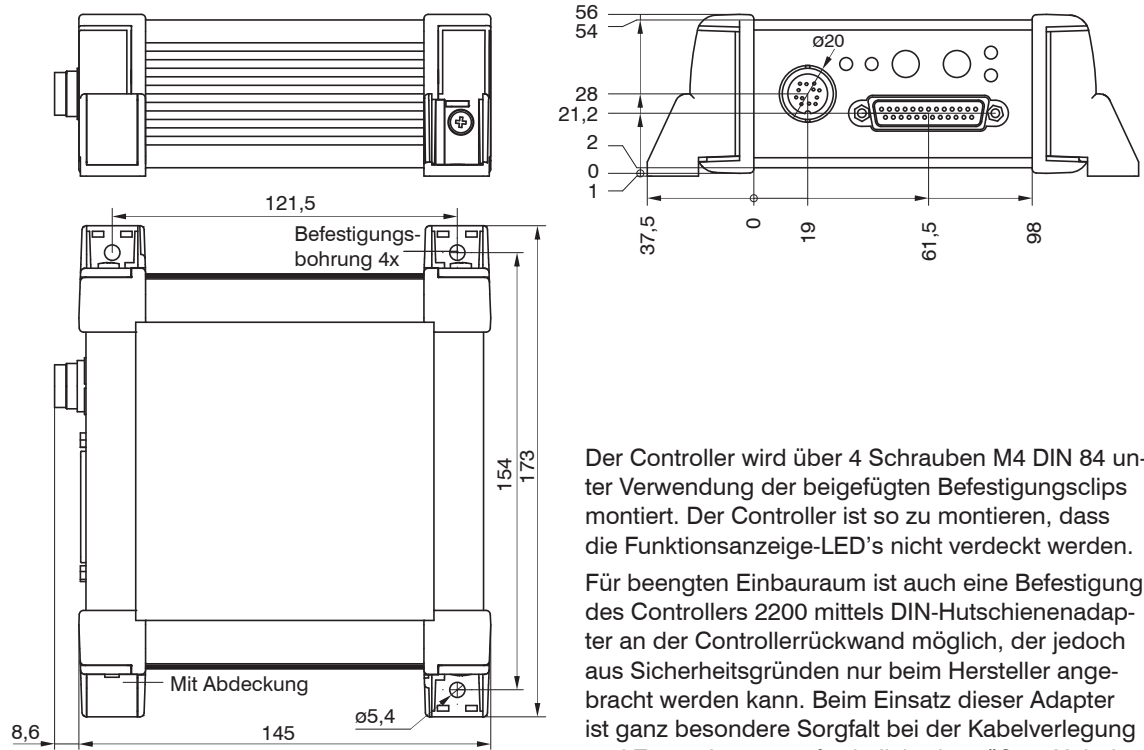


Abb. 11 Maßzeichnung des Controllers mit Montagewinkel, Abmessungen in mm (nicht maßstabsgetreu)

Der Controller wird über 4 Schrauben M4 DIN 84 unter Verwendung der beigefügten Befestigungsclips montiert. Der Controller ist so zu montieren, dass die Funktionsanzeige-LED's nicht verdeckt werden.

Für beengten Einbauraum ist auch eine Befestigung des Controllers 2200 mittels DIN-Hutschienenadapter an der Controllerrückwand möglich, der jedoch aus Sicherheitsgründen nur beim Hersteller angebracht werden kann. Beim Einsatz dieser Adapter ist ganz besondere Sorgfalt bei der Kabelverlegung und Zugentlastung erforderlich, da größere Hebelwirkungen auf den Adapter zu dessen Zerstörung führen können.

## 5.5 Anforderungen an Kabel und Kabelanschluss

### Versorgungsspannung:

Controller 2200:

- 24 VDC ( $\pm 15\%$ ), max. 500 mA
- Kabel ist geschirmt, Schirm ist mit Steckergehäuse verbunden.

➡ Verbinden Sie den Schirm des Stromversorgungskabels mit PE (Schutzleiter).

### Spannungsausgang:

- Max. Kabellänge 10 m, bei größeren Kabellängen kann der Einfluss von elektromagnetischen Störfeldern auf das Signal zu Messunsicherheiten führen, außerdem wird ein Abschluss des Kabelendes mit 10 nF zur Verringerung von Störspannungen empfohlen.
- Litzen im Kabel sind verdrillt
- Kabel ist geschirmt, Schirm ist mit Steckergehäuse verbunden

➡ Verbinden Sie anwenderseitig den Schirm mit dem Schutzleiter (PE)!

### Fehlerausgang, Synchronisation:

- Litzen im Kabel sind verdrillt
- Kabel ist geschirmt, Schirm ist mit Steckergehäuse verbunden

•  
**l** Verwenden Sie beim Einsatz von Netzteilen immer VDE-gerechte und geprüfte Geräte! Bei Controller mit integriertem Netzteil:

- Nur Netzkabel mit Schutzleiteranschluss (Kaltgerätestecker) verwenden!
- Anschluss an Schutzkontaktsteckdose erforderlich!

## 6. Messaufbau, Inbetriebnahme

### 6.1 Herstellung der Betriebsbereitschaft, Stromversorgung

- ➔ Montieren Sie den Sensor und den Controller entsprechend den Montagevorschriften, siehe Kap. 5.
- ➔ Verbinden Sie den Sensor und den Controller mit dem Sensorkabel.
- ➔ Verbinden Sie den Controller mit nachfolgenden Anzeige- oder Überwachungseinheiten und der Stromversorgung.

Kabel	Aderfarbe	Belegung	Pin, 25-pol. Sub-D
PC1800-x und PC1800-3/10/RS485	rot	+24 V	1
PC2200-3/10/RS485 und PC2200-x	blau	0 V	14

Abb. 12 Aderfarbe für Versorgungsspannung, Controller 22xx

- Beachten Sie vor Inbetriebnahme Hinweise zur Laserklasse, siehe Kap. 2. Betreiben Sie den Sensor nur an einem Controller mit gleicher Seriennummer. Ein Tausch der Komponenten untereinander ist nicht möglich.

Die Laserdiode im Sensor wird nur aktiviert, wenn Pin 4 und 17 an der Sub-D Buchse miteinander verbunden sind.

- ➔ Schalten Sie die Spannungsversorgung ein.

Netzteil nur für Messgeräte verwenden, nicht gleichzeitig für Antriebe oder ähnliche Impulsstörquellen. Positioniert man ein gut diffus reflektierendes Material (zum Beispiel weißes Papier) im Messbereich des Sensors, leuchten die LED's „State“ (grün oder gelb) und „Power“. Sensor und Controller benötigen für eine genaue Messung eine Einlaufzeit von typisch 20 min.

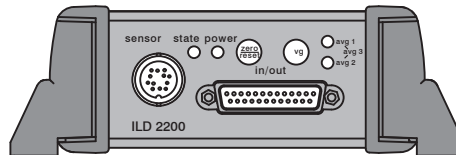


Abb. 13 Vorderansicht Controller

Nach dem Einschalten der Betriebsspannung durchläuft der Sensor eine Initialisierungssequenz. Nach außen signalisiert der Sensor dies durch ein kurzes Aktivieren aller LED's und der beiden Schaltausgänge. Nach Ablauf der Initialisierung sendet der Sensor einmal die Infodatei im ASCII-Format über die serielle Schnittstelle. Die Initialisierung und die Ausgabe der Infodatei dauert maximal 5 Sekunden. In dieser Zeit werden keine Kommandos ausgeführt oder beantwortet.

## 6.2 Bedien- und Anzeigeelemente am Controller

An der Frontplatte des Controllers sind die Folientasten „zero/reset“ und „avg“ sowie die LED-Anzeigen „state“, „power“, „avg1“ und „avg2“ vorhanden, siehe [Abb. 13](#).

Die Folientaste „avg“ kann zur Umschaltung vorprogrammierter Mittelungszahlen im Sensor verwendet werden. Die LED's „avg1“ und „avg2“ zeigen die gewählte Mittelungszahl an. Weitere Hinweise, siehe Kap. 6.3.

Mit der Folientaste „zero/reset“ lässt sich der Analogausgang auf 0 V setzen. Das Rücksetzen auf den Originalwert geschieht durch längeres Drücken dieser Taste. Weitere Hinweise, siehe Kap. 6.4.

Positioniert man ein gut diffus reflektierendes Material (zum Beispiel weißes Papier) im Messbereich des Sensors, leuchtet die LED „state“ (grün, gelb oder rot):

- grün > Messung O.K.
- gelb > Messobjekt in Messbereichsmittle
- rot > Messobjekt außer Bereich, ungeeignet oder nicht vorhanden

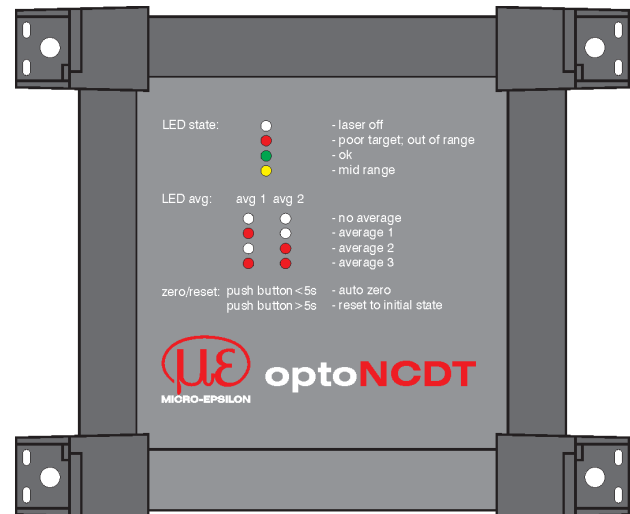


Abb. 14 Draufsicht Controller

## 6.3 Mittelung

Der Controller wird ab Werk mit der Voreinstellung „gleitende Mittelung, Mittelungszahl  $N = 1$ “, das heißt ohne Mittelwertbildung ausgeliefert. Das Linearitätsverhalten wird mit einer Mittelung nicht beeinflusst.

Im Controller sind die Mittelungsarten

- Gleitender Mittelwert,
- Rekursiver Mittelwert und
- Median

implementiert.

Durch die Mittelwertbildung wird

- die Auflösung verbessert,
- das Ausblenden einzelner Störstellen ermöglicht oder
- das Messergebnis „geglättet“.

Controller	Mittelungszahl ändern	Mittelungszahl ändern <sup>1</sup>
Bootvorgang	Taste <b>AVG</b> , siehe Kap. 6.3.6	Nein
Betrieb	Serielle Schnittstelle, siehe Kap. 7.	Taste <b>AVG</b> , siehe Kap. 6.3.6
		Taste <b>Zero/Reset</b> lang drücken (> 5 s), setzt Mittelungszahl auf $N = 1$ (bei Median $N = 3$ )



Der eingestellte Mittelwert und die Mittelungszahl bleiben nach dem Ausschalten erhalten.

### 6.3.1 Mittelungszahl N

Die Mittelungszahl  $N$  gibt an, über wie viele fortlaufende Messwerte im Sensor gemittelt wird, bevor die Messwerte ausgegeben werden. Auswahl <sup>1</sup> der Mittelungszahl mit der Taste **AVG**.

Die ausgewählte Mittelungszahl

- wird durch die LEDs „AVG1“ und „AVG2“ signalisiert,
- bleibt auch nach dem Ausschalten gespeichert.

- 1) Beim Ändern der Mittelungszahl wird solange ein Fehler ausgegeben, bis die für die gewählte Mittelungszahl nötige Messwertanzahl erreicht (gesammelt) ist. Für eine Mittelungszahl von 128 beträgt die Zeitdauer maximal 13 ms ( $128 \times 0,1 \text{ ms} = 12,8 \text{ ms}$ ).

Nach jedem Messzyklus (bei Messrate 10 kHz alle 0,1 ms) wird der Mittelwert neu berechnet und ausgegeben. Die Mittelung beeinflusst die Mess- beziehungsweise Datenrate (digitale Ausgabe) nicht.

Weitere Mittelungszahlen lassen sich über die digitale Schnittstelle programmieren, siehe Kap. 7. Langes Drücken (> 5 s) der **Zero/Reset**-Taste setzt die Mittelungszahl auf N = 1 (bei Median N = 3).







Mittelungsart	Mittelungszahl	LED	Zustand
gleitend	1 (Mittelung aus)	AVG 1	Aus 
rekursiv	1 (Mittelung aus)		
Median	3	AVG 2	Aus 
gleitend	4	AVG 1	Ein 
rekursiv	4		
Median	5	AVG 2	Aus 
gleitend	32	AVG 1	Aus 
Rekursiv	32		
Median	7	AVG 2	Ein 
gleitend	128	AVG 1	Ein 
rekursiv	128		
Median	9	AVG 2	Ein 

Abb. 15 Festlegung der Mittelungszahl

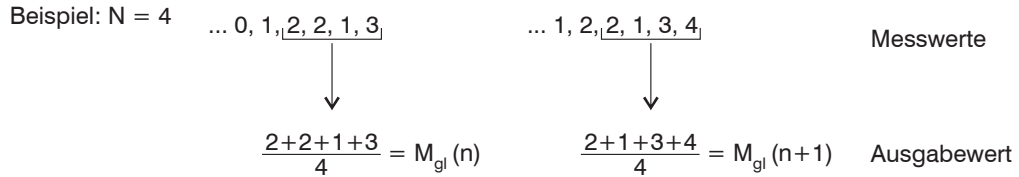
### 6.3.2 Gleitender Mittelwert (Standardeinstellung)

Über die wählbare Anzahl N aufeinanderfolgender Messwerte (Fensterbreite) wird der arithmetische Mittelwert  $M_{gl}$  nach folgender Formel gebildet und ausgegeben:

$$M_{gl} = \frac{\sum_{k=1}^N MW(k)}{N}$$

MW = Messwert  
 N = Mittelungszahl  
 k = Laufindex (im Fenster)  
 $M_{gl}$  = Mittelwert beziehungsweise Ausgabewert

Jeder neue Messwert wird hinzugenommen, der erste (älteste) Messwert aus der Mittelung (aus dem Fenster) wieder herausgenommen. Dadurch werden kurze Einschwingzeiten bei Messwertsprüngen erzielt.



Die Ausgabe des ersten Mittelwertes erfolgt, wenn N Messwerte vorhanden sind. Die Ausgaberate bleibt bei 10 kHz. Standardwerte für N: 1, 4, 32, 128 Messwerte (Fensterbreite).

### 6.3.3 Rekursiver Mittelwert

Jeder neue Messwert MW(n) wird gewichtet zur Summe der vorherigen Mittelwerte  $M_{rek}(n-1)$  hinzugefügt.

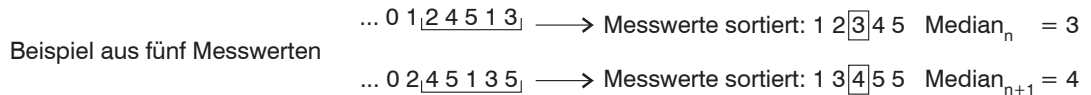
$$M_{rek}(n) = \frac{MW(n) + (N-1) \times M_{rek}(n-1)}{N}$$

MW	=	Messwert
N	=	Mittelungszahl
n	=	Messwertindex
$M_{rek}$	=	Mittelwert beziehungsweise Ausgabewert

Die rekursive Mittelung erlaubt eine sehr starke Glättung der Messwerte, braucht aber sehr lange Einschwingzeiten bei Messwertsprüngen. Der rekursive Mittelwert zeigt Tiefpassverhalten. Die Ausgaberate bleibt bei 10 kHz. Standardwerte für N: 1, 4, 32, 128 Messwerte (Fensterbreite).

### 6.3.4 Median

Aus einer vorgewählten Anzahl von Messwerten wird der Median gebildet. Dazu werden die einlaufenden Messwerte (3, 5, 7 oder 9 Messwerte) nach jeder Messung neu sortiert. Der mittlere Wert wird danach als Median ausgegeben. Bei der Bildung des Medians im Controller werden 3, 5, 7 oder 9 Messwerte berücksichtigt, das heißt es gibt keinen Median 0. Damit lassen sich einzelne Störimpulse unterdrücken. Die Glättung der Messwertkurven ist nicht sehr stark.



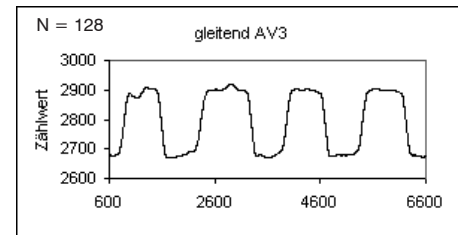
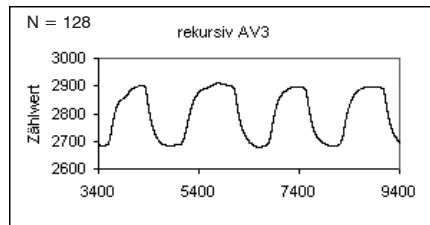
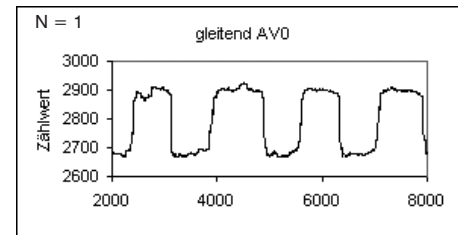
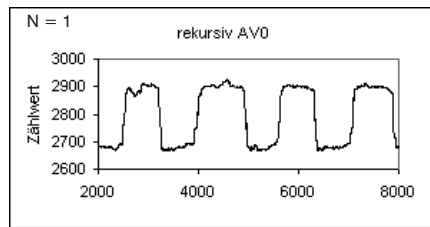
### 6.3.5 Vergleich und Wirkung der Mittelwertbildung

Die interne Mittelung im Controller bewirkt eine Verbesserung des Ausgangssignals bei

- Messobjekten mit wesentlich geringerem Rückstreuverhalten als das Referenzmaterial,
- Messobjekten mit strukturierten Oberflächen, zum Beispiel gewalzten Blechen oder zerkratzten Oberflächen.

Einen Einfluss auf das Linearitätsverhalten erreicht man damit nicht, jedoch lässt sich an den vorgenannten Oberflächen die Auflösung und Stabilität der Messung erhöhen. Die folgenden Diagramme zeigen die Wirkung der verschiedenen internen Mittelungsarten.

**Beispiel 1:** Zahnriemenscheibe, Messobjekt rotierend, Sensor feststehend.



#### Rekursive Mittelung

**Wirkung:** Glättung des Oberflächenrauschens, Verformung der Zahnstruktur

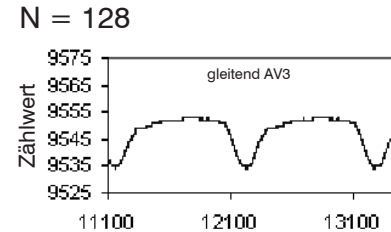
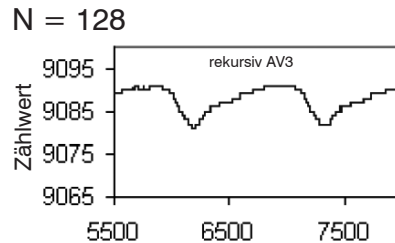
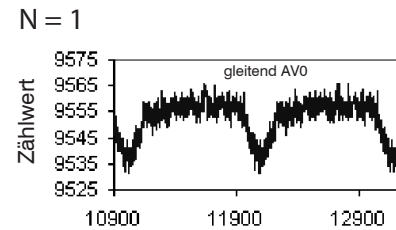
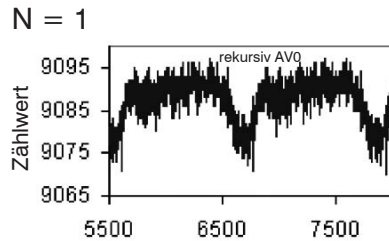
**Einsatz:** Messung an Bandmaterial ohne Profil

#### Gleitende Mittelung

**Wirkung:** Glättung des Oberflächenrauschens, Beibehaltung der Zahnstruktur

**Einsatz:** Messung an Metallprofilen

### Beispiel 2: Metallteil mit Unwucht



#### Rekursive Mittelung

**Wirkung:** Verminderung des Oberflächenrauschens und der Schwingungsamplitude

**Einsatz:** Messung an Bandmaterial ohne Profil

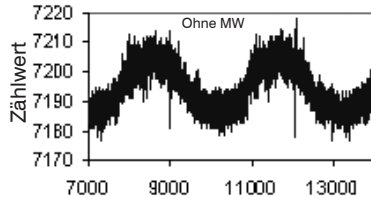
#### Gleitende Mittelung

**Wirkung:** Verminderung des Oberflächenrauschens, aber Beibehaltung der Schwingungsamplitude

**Einsatz:** Messung an Metallprofilen, Schwingungsmessungen

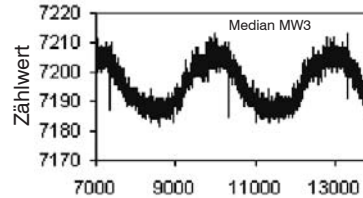
### Beispiel 3: Mittelung mit Median

Messobjekt: Rotierendes Metallteil mit geringer Unwucht und leichten Kratzern.



Ungemitteltetes Ausgangssignal:

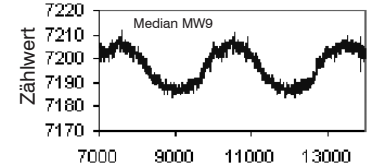
Im nebenstehenden Diagramm sind das Grundrauschen (Speckles) als auch einzelne Spikes (Kratzer) in der Messkurve zu erkennen.



Mittelung:

N=3 (Mittelungszahl)

Die Messkurve wird geglättet ohne die Schwingungsamplitude zu reduzieren.



Mittelung:

N=9 (Mittelungszahl)

Einzelne Störungen durch Kratzer werden unterdrückt.

### Einsatzgebiete (Beispiele)

- Messung profilierter Metallteile, bei denen die Profilstruktur wichtig ist
- Schwingungsmessungen,
- Unwuchtmessungen.

### 6.3.6 Einstellen der Mittelungsart

➡ Drücken und halten Sie die Taste **AVG** am Controller

➡ Schalten Sie den Controller ein.

Mittelungsart	LED	Zustand	
Gleitend	AVG 1	Ein	☀
	AVG 2	Aus	○
Rekursiv	AVG 1	Aus	○
	AVG 2	Ein	☀
Median	AVG 1	Ein	☀
	AVG 2	Ein	☀



Vorderansicht  
Controller

Abb. 16 Auswahl der Mittelungsart

Nach dem Einschalten werden die verschiedenen Mittelungsarten intern zyklisch durchgeschaltet und über die LEDs avg1 und avg2 jeweils 1 s lang angezeigt:

➡ Lassen Sie die Taste **AVG** los, wenn die gewünschte Mittelungsart angezeigt wird.

Die Mittelungsart wird gespeichert. Zur Kontrolle blinkt die ausgewählte Kombination (avg1/avg2) nochmals kurz auf. Anschließend erfolgt das normale Hochfahren (Booten) des Controllers, das durch kurzes Aufleuchten der restlichen LEDs signalisiert wird. Der Controller befindet sich nun im Messbetrieb mit der ausgewählten Mittelungsart.

Beim erneuten Einschalten des Controllers wird beim Hochfahren die zuletzt ausgewählte Mittelungsart durch kurzes Aufleuchten der LEDs avg1/avg2 signalisiert:

LED-Reihenfolge				Mittelungsart	
AVG 1		dann	AVG 1	○	Gleitend
AVG 2	○		AVG 2		
AVG 1	○	dann	AVG 1		Rekursiv
AVG 2			AVG 2	○	
AVG 1				Median	
AVG 2					

Abb. 17 Anzeige der Mittelungsart beim Booten

## 6.4 Nullpunkt

Herstellerseitig ist der Nullpunkt des Analogsignals auf 0 V eingestellt. Der Nullpunkt kann im Bereich von  $\pm 5$  V verschoben werden. Um einen Ausgangswert auf 0 V zu setzen, ist die **zero/reset**-Taste weniger als 5 sec. zu drücken.

Zu den Werkseinstellungen gelangt man zurück, wenn die **zero/reset**-Taste länger als 5 sec gedrückt wird.

**i** Der eingestellte Nullpunkt bleibt nach dem Ausschalten erhalten. Die Nullsetzung erfolgt nur, wenn sich ein Messobjekt im Messbereich des Sensors befindet.

### 6.5 Pin-Belegung 25-pol. Sub-D Buchse

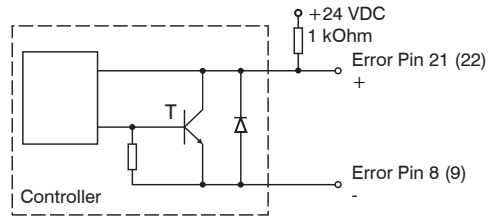
Pin	Belegung	Bemerkung	Adernfarbe		
			PC2200-x	PC1800-3	PC1800-3/10/RS485
1	+24 VDC	Versorgungsspannung galvanisch vom System getrennt	rot		
14	Versorgungsmasse		blau		
2	GND	Systemmasse	---		
15	GND		---		
3	Analogsignal	$R_i$ ca. 100 Ohm, $R_L$ 1 MOhm, $C_L \leq 47$ nF	grün		
16	Signalmasse		Innerer Schirm		
4	Laser Aus (+)	Optokopplereingang, beide Pins verbunden: Laser Ein Pins offen: Laser Aus	violett		
17	Laser Aus (-)		schwarz		
5	Zero (+)	Optokopplereingang, beide Pins verbunden (< 5 sec): Zero beide Pins verbunden (> 5 sec.): Reset nach Funktionsausführung wieder öffnen	rosa		
18	Zero (-)		grau		
6	GND	Systemmasse	---		
19	Sync Out	3,3 VDC CMOS-Ausgang	---		
20	Sync In (+)	Optokopplereingang	---		
7	Sync In (-)		---		
21	Error 1 (+)	Optokopplerausgang	weiß		
8	Error 1 (-)	30 V / 100 mA	braun		
22	Error 2 (+)	Optokopplerausgang	grau/rosa		
9	Error 2 (-)	30 V / 100 mA	blau/rot		
10	RS422 S	RS422 Ausgang -	weiß	---	3
23	RS422 $\bar{S}$	RS422 Ausgang +	braun	---	4
11	RS422 $\bar{R}$	RS422 Eingang +	gelb	---	2
24	RS422 R	RS422 Eingang -	grün	---	1
25	GND	Systemmasse	grau	---	---

## 6.6 Ausgangsschaltung des Fehlerausgangs

Die Fehlermeldungen Error 1 und Error 2 werden zum Beispiel bei geringer Reflexion oder hoher Eindringtiefe des Laserlichts in die Schicht ausgegeben.

Es gilt folgende Zuordnung:

	Pin an Sub-D	
Error 1	21 (+)	POOR Target (Ungeeignetes oder kein Messobjekt)
	8 (-)	
Error 2	22 (+)	OUT OF RANGE (Außerhalb des Messbereichs)
	9 (-)	



### Zustände

Kein Fehler: T gesperrt  
 Fehler: T leitend

Abb. 18 Fehlerausgang, externe Beschaltung mit Pull-Up-Widerstand

## 6.7 Synchronisation

Bei der Dickenmessung mit zwei Sensoren ist es unerlässlich, dass die beiden Sensoren zeitgleich einen Messwert aufnehmen. Eine Zeitverzögerung bei der Messwertaufnahme entspricht einer Messgutverschiebung, das heißt die Sensoren messen an unterschiedlichen Orten. Eine Aussage über die Messobjektdicke ist damit nur eingeschränkt möglich.

Werden zwei oder mehrere optoNCDT 22xx am gleichen Messobjekt betrieben, können sie untereinander synchronisiert werden.

➡ Verbinden Sie den Ausgang **Sync out** von Controller 1 polaritätsrichtig mit dem Eingang **Sync in** von Controller 2.

Der Controller 1 synchronisiert dann als Master den Controller 2.

Weitere Systeme können dann durch Hintereinanderschalten hinzugefügt werden.

Alle Synchronisationseingänge sind durch Optokoppler galvanisch getrennt.

➡ Verwenden Sie für die Synchronisation abgeschirmte Leitungen.

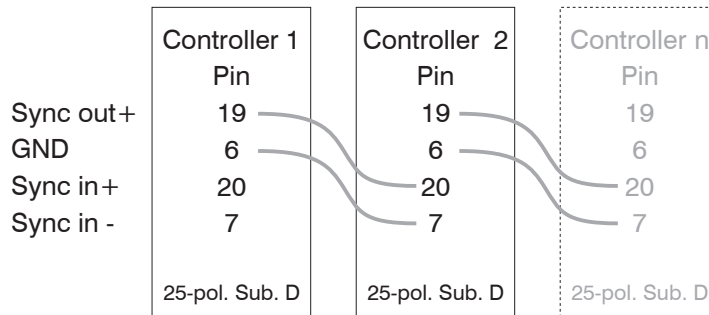


Abb. 19 Synchronisieren von optoNCDT's

Controller 1	Controller 2	Controller 3	Controller n
PC1800-3/10/RS485(05)	PC1800-3/10/RS485(06)		
PC1800-3(05)	PC1800-3(06)		
PC1800-3/10/RS485(05)	PC1800-3/10/RS485(07)	PC1800-3/10/RS485(06)	
PC1800-3(05)	PC1800-3(10)	PC1800-3(06)	
PC1800-3/10/RS485(05)	PC1800-3/10/RS485(07)	PC1800-3/10/RS485(07)	PC1800-3/10/RS485(06)
PC1800-3(05)	PC1800-3(10)	PC1800-3(10)	PC1800-3(06)
PC2200-x	PC2200-x	PC2200-x	PC2200-x
Master	Slave	Slave	Slave

Abb. 20 Benötigte Kabel für die Synchronisierung von zwei, drei oder mehreren Controllern

Alternativ ist eine Synchronisierung auch mit der Interfacekarte IF2008 und PC2200-x/IF2008 möglich.

### 6.8 Reaktion des Analogausgangs bei Fehler

Verhalten des Analogausgangs bei Fehler:

- Letzten gültigen Messwert halten (Standard) oder
- Analogspannung größer 10 VDC.

Die Reaktion des Analogausgangs bei Fehler können Sie wie folgt ändern:

- ➡ Drücken und halten Sie die Taste **Zero/Reset** am Controller
- ➡ Schalten Sie den Controller ein.

Nach dem Einschalten wird das Ausgangsverhalten intern zyklisch durchgeschaltet und über die LEDs avg1 und avg2 jeweils 1 s lang angezeigt, siehe [Abb. 21](#).

Ausgangsverhalten	LED	Zustand	
Ausgangsspannung größer 10 VDC	AVG 1	Ein	☀
Letzten gültigen Messwert halten	AVG 2	Ein	☀

Abb. 21 Auswahl des Ausgangsverhalten



Vorderansicht Controller

➡ Lassen Sie die Taste **Zero/Reset** los, wenn das gewünschte Ausgangsverhalten angezeigt wird.

Das Ausgangsverhalten wird gespeichert. Zur Kontrolle blinkt die ausgewählte Kombination (avg1 / avg2) nochmals kurz auf. Anschließend erfolgt das normale Hochfahren (Booten) des Controllers, das durch kurzes Aufleuchten der restlichen LEDs signalisiert wird. Der Controller befindet sich nun im Messbetrieb mit dem gewählten Ausgangsverhalten.

Die gewählte Ausgangsoption bleibt auch nach dem Ausschalten gespeichert, wird aber beim Wiedereinschalten nicht angezeigt. Werden aus Versehen beim Einschalten des Controllers beide Tasten (**Zero/Reset und AVG**) gleichzeitig gedrückt, so setzt sich die **Zero/Reset**-Taste durch, das heißt die Ausgangsoption wird neu ausgewählt.

Funktionen der Taste **Zero/Reset** während des Messbetriebs:

➡ Drücken Sie die Taste **Zero/Reset** kurz, um den Analogausgang auf 0 V zu setzen, siehe Kap. 6.4.

➡ Drücken Sie die Taste **Zero/Reset** lang ( $> 5$  s), um die Nullpunktverschiebung (Offset) aufzuheben und die Mittelungszahl auf  $N = 1$  (bei Median  $N = 3$ ) zu setzen.

## 6.9 Zeitverhalten

Der Sensor benötigt zum Messen und Verarbeiten mehrere Zyklen:

1. **Belichten:** Sammeln des ankommenden Lichtes im Empfänger (Messen),
2. **Einlesen:** Umwandlung und Speicherung der Lichtsignale als digitale Werte,
3. **Berechnen (Computing).**

Die Ausgabe über die analoge und digitale Schnittstelle startet bei Beginn des nächsten Zyklus. Der Analogwert wird dabei sofort aktualisiert und die digitale Ausgabe beginnt mit dem Startbit.

Die Zykluszeit beträgt  $100 \mu\text{s}$  bei einer Messfrequenz von 10 kHz beziehungsweise  $50 \mu\text{s}$  bei einer Messfrequenz von 20 kHz. Je nach Lage des Ereignisses innerhalb der Belichtungszeit, steht der gemessene Wert  $N$  nach maximal drei Zyklen am Ausgang bereit. Die Verzögerungszeit zwischen Eingangsreaktion und Ausgangssignal beträgt demnach 200 bis  $300 \mu\text{s}$ . Da die Abarbeitung der Zyklen zeitsequentiell und raumparallel (Ebenen, siehe [Abb. 22](#)) erfolgt, liegt aber nach weiteren  $100 \mu\text{s}$  schon der nächste Messwert ( $N + 1$ ) am Ausgang an.

Zyklus Zeit	1. 100 $\mu$ s (50 $\mu$ s)	2. 200 $\mu$ s (100 $\mu$ s)	3. 300 $\mu$ s (150 $\mu$ s)	4. 400 $\mu$ s (200 $\mu$ s)
1. Ebene	Belichten N (Ausgabe N-3)	Einlesen N	Berechnen N	Ausgabe N (Belichten N + 3)
2. Ebene	Berechnen N-2	Belichten N+1 (Ausgabe N-2)	Einlesen N+1	Berechnen N+1
3. Ebene	Einlesen N-1	Berechnen N-1	Belichten N+2 (Ausgabe N-1)	Einlesen N+2

Abb. 22 Zeitverhalten Controller, Angaben in Klammern gelten für den ILD222x

## 6.10 Pin-Belegung für RS422-Verbindung

Für die Verbindung zwischen Sensor und PC müssen die Leitungen gekreuzt werden.

**i** Trennen beziehungsweise verbinden Sie die Sub-D-Verbindung zwischen RS422 und USB-Konverter nur im spannungslosen Zustand.

Controller 25-pol Sub-D Buchse			Endgerät (USB-Konverter) 9-pol. Sub-D
Pin	Belegung	Bemerkung	Pin
10	RS422 S	RS422 Ausgang -	4
23	RS422 S	RS422 Ausgang +	3
11	RS422 R	RS422 Eingang +	2
24	RS422 R	RS422 Eingang -	1
Pin-Belegung PC2200-x/x/USB/IND			

Bei Kabellängen über 20 m wird eine zusätzliche Masseverbindung empfohlen.

## 7. Digitale Schnittstelle RS422



Abb. 23 Systemaufbau zum Betrieb der Interfacekarte IF2008

Controller 1		Pin	Signal	Signal	Pin
25-pol. Sub-D		24	Rx - (Eingang)	Sensor 1/3 TxD -	1
		11	Rx + (Eingang)	Sensor 1/3 TxD +	2
		10	Tx - (Ausgang)	Sensor 1/3 RxD -	3
		23	Tx + (Ausgang)	Sensor 1/3 RxD +	4
		1	+U <sub>B</sub>	+24 V Versorgung	10
		14	0 V	0 V Versorgung	5
		20	Sync In +	Sync In +	6
	7	Sync In -	GND	15	
Bei Verwendung von 3 Sensoren ist das optional erhältliche Y-Adapterkabel <b>IF2008-Y</b> zu verwenden.				NC	7
Controller 2		1	+U <sub>B</sub>	NC	8
		14	0 V	NC	9
		24	Rx -	+24 V Versorgung	10
		11	Rx +	+0 V Versorgung	5
		10	Tx -	Sensor 2/4 TxD -	11
		23	Tx +	Sensor 2/4 TxD +	12
		20	Sync In +	Sensor 2/4 RxD -	13
	7	Sync In -	Sensor 2/4 RxD +	14	
			Sync In +	6	
			GND	15	

IF2008,  
X1 und  
X2,  
15-pol.  
Sub-D

Der Controller ist mit einer digitalen Schnittstelle (RS422) ausgestattet. Über die optional erhältliche Interfacebaugruppe IF2008 kann man das System von einem gewöhnlichen PC aus bedienen.

### Notwendige Hard- und Software

- IF2008 Interfacekarte RS422 für 1 bis 4 laseroptische Sensoren der Serie ILD2200 plus 2 Encoder, inkl. Programmierschnittstelle MEDAqLib

- PC2200-x/IF2008 Versorgungs- und Schnittstellenkabel

Alternativ kann ein Datenaustausch mit der Demo-Software (ILD2200 Tool) und einem Umsetzer RS422 auf USB erfolgen, siehe Kap. 10.

Abb. 24 Pinbelegung PC2200-x/IF2008 und IF2008

## 7.1 Datenformat

Das Modul RS422 nutzt den RS422-Standard für die serielle Kommunikation.

Datenrate: 20.000 Messwerte/s

Bitrate: 691,2 kBaud

Datenformat: 8 Datenbits, keine Parität, ein Start/Stopbit

Das Datenwort setzt sich aus drei aufeinanderfolgenden Bytes (L-Byte/M-Byte/H-Byte) zusammen, die mit Kennbit direkt hintereinander gesendet werden.

Start	0	0	6 Bit	Stop	Start	0	1	6 Bit	Stop	Start	1	0	6 Bit	Stop
-------	---	---	-------	------	-------	---	---	-------	------	-------	---	---	-------	------

Für den Messwert werden davon 16 Bit genutzt.

Konvertierung der binären Datenformate:

Empfang

L-Byte	0	0	D5	D4	D3	D2	D1	D0
--------	---	---	----	----	----	----	----	----

M-Byte	0	1	D11	D10	D9	D8	D7	D6
--------	---	---	-----	-----	----	----	----	----

H-Byte	1	0			D15	D14	D13	D12
--------	---	---	--	--	-----	-----	-----	-----

Ergebnis der Konvertierung:

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Für den Datenaustausch mit einem PC ist die PCI-BUS-Interfacekarte IF2008 von MICRO-EPSILON geeignet, die über das ebenfalls optionale Interfacekabel PC2200-x/IF2008 mit dem Controller verbunden wird. Die IF2008 kombiniert die drei Bytes des Datenwortes und speichert sie im FIFO. Die 16 Bit werden für Mess- und Fehlerwerte genutzt.

An der Interfacekarte IF2008 können standardmäßig 2 oder (optional über ein Y-Zwischenkabel) bis zu 4 Controller plus zwei zusätzliche inkrementale Encoder angeschlossen werden. Weitere Angaben finden Sie in den Beschreibungen der Interfacekarte IF2008 sowie des zugehörigen Treiberprogramms MEDAqlib.

Die aktuelle Programmroutine finden Sie unter: [www.micro-epsilon.de/link/software/medaqlib](http://www.micro-epsilon.de/link/software/medaqlib).

## 7.2 Aufbau der Kommandodaten

Die Kommandos für den Sensor bestehen aus Kommandodaten, die in beide Richtungen ausgetauscht werden. Jedes Kommandodatenpaket besteht aus einem ganzzahligen Vielfachen von 32-Bit-Wörtern. Da die meisten seriellen Schnittstellen ein 8-Bit-Datenformat nutzen, werden 4 aufeinanderfolgende Bytes zu einem 32-Bit-Wort kombiniert. Jedes Kommando besitzt einen Kopf aus zwei 32-Bit-Wörtern gefolgt vom Kommando und eventuell weiteren Daten (wenn erforderlich).

31	24	23	16	15	8	7	0
Kopf							
ID							
Kommando							
Daten 1							
Daten (n)							

Inhalt	
Kommandostartwort	Kommandokopf (2 Wörter)
Sensorkennung (z.B. „ILD1“)	
Kommandocode	Anzahl Datenwörter $n + 2$
1. Datenwort (4 Bytes)	
...	
n. Datenwort (4 Bytes)	

Abb. 25 Aufbau eines Kommandopakets

Das erste Wort enthält den Kopf zur Erkennung einer Verbindung zum Sensor. Das zweite Wort ID dient der Erkennung des Senders. Das dritte Wort ist das eigentliche Kommando, wobei die oberen 2 Bit immer „0“ sind.

Wenn der Sensor ein Kommando empfängt, wird dieses beantwortet, indem das Kommando mit gesetzten MSB (Bit 31) zurückgesendet wird. Entdeckt der Sensor einen Fehler bei der Kommandoausführung, wird das zweithöchste Bit (Bit 30) ebenfalls gesetzt. Bei der Antwort des Sensor auf ein Kommando wird kein Kopf gesendet.

### Beispiel:

Befehl **AVGn**. Setzt die Mittelungszahl N bei gleitendem und rekursiven Mittelwert.

Kommandocode: 0x2075

Mittelungszahl:  $N = 1024$ , damit ist  $X = \log_2 1024 = 10 (= 0xA)$

Datenwort:  $n = 1$

Paketlänge: 3

Weitere Informationen zu diesem Befehl, siehe Kap. 7.6.

**Sendeformat, Beispiel:**

31	24	23	16	15	8	7	0	hex	Inhalt
"+"	"+"	"+"	0x0d ("CR")		0x2B2B2B0D		Kommandostart		
"I"	"L"	"D"	"1"		0x494C4431		Kennung ID ("ILD1")		
0x20	0x75	0x00	0x03		0x20750003		Kommando (0x2075) 2 obere Bits = 0		Paketlänge (3)
0x00	0x00	0x00	0x0A		0x0000000A		Datenwort 1 (X = 0xA)		

Informations-Kommando		
0x20490002	INFO	Zeigt Sensordaten
Zero-Kommando		
0x20660002	ZERO	Setzt Offset, wie die Taste Zero/Reset
Avg-Kommando		
0x20700002	AVG 0	Setzt Average 0 = 0
0x20710002	AVG 1	Setzt Average 1 = 0
0x20720002	AVG 2	Setzt Average 2 = 32
0x20730002	AVG 3	Setzt Average 3 = 128
0x20750003	AVG n	average n = log <sub>2</sub> (N)
AVG-Typ		
0x207D0003	AVGTYP	Wählt die Mittelungsart
Reset- und Boot-Kommando		
0x20F00002	RESET	Reset und neu Booten
Start-Kommando		
0x20770002	START	Permanente Messwertausgabe
Stop-Kommando		
0x20760002	STOP	Messwertausgabe einstellen
Sensoreinstellungen auslesen		
0x204A0002	Get_Setings	Liefert die Sensoreinstellungen
Laser aus		
0x20860002	LASER OFF	Schaltet den Laser aus
Laser ein		
0x20870002	LASER ON	Schaltet den Laser ein
Tastatur sperren		
0x2060003	SET_TASTENSPERRE	Sperrt die Tastatur am Controller

Abb. 26 Kommandos Controller

### 7.2.1 Kommandoantwort, Fehlerfreie Kommunikation

Bei der Antwort des Controllers auf ein Kommando wird kein Kommandostartwort gesendet. Das 1. Wort ist dann die Kennung. Bei fehlerfreier Kommunikation folgt als 2. Wort das Kommando mit gesetztem MSB (Bit 31 = 1, entsprechend einer „OR“-Verknüpfung des Kommandos mit 0x8000) und die neue Paketlänge. Bei längeren Antworten (zum Beispiel INFO) ist die Paketlänge entsprechend der Anzahl zu übertragender Datenworte größer. Den Abschluss der Antwort bildet ein festes 32-Bit-Abschlusswort 0x20200D0A. Das Abschlusswort ist kein Datenwort.

**Beispiel:** Sensorantwort (ohne Fehler) auf den Befehl AVGn.

31	24	23	16	15	8	7	0	hex	Inhalt	
"I"		"L"		"D"		"1"		0x494C4431	Kennung ID ("ILD1")	
0xA0		0x75		0x00		0x02		0xA0750002	0x2075 OR 0x8000 oberstes Bit = 1	Paketlänge (2)
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A	Abschlusswort	

### 7.2.2 Kommandoantwort, Kommunikation mit Fehler

Entdeckt der Controller einen Fehler bei der Kommandoausführung, wird das zweithöchste Bit (Bit 30) des 2. Wortes ebenfalls gesetzt (das Kommando wird mit 0xC000 „OR“-verknüpft). Zusätzlich wird ein Kommandofehlercode als Datenwort übertragen, siehe Abb. 28. Die resultierende Paketlänge beträgt jetzt 3 Datenworte. Den Abschluss der Antwort bildet ein 32-Bit-Wort 0x20200D0A (2 Leerzeichen + CR + LF).

Fehler-Code X	Bezeichnung
1	Kommando unbekannt
2	Wert für Parameter falsch
3	Parameter ungültig
4	Time out
5	Befehl nicht erfolgreich ausgeführt
6	Warnung bei Mittelwerttyp und Mittelungszahl <sup>1</sup>

Abb. 27 Kommandofehlercode

**Beispiel:** Sensor ist auf die Mittelungsart „Median“ programmiert. Das Kommando AVGN ist in dieser Betriebsart nicht möglich und führt zu nachfolgender Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex	Inhalt	
“I”	“L”	“D”	“1”	0x494C4431		Kennung ID (“ILD1”)				
0xE0	0x73	0x00	0x03	0xE0730003		0x2075 OR 0xC000 (2 obere Bits = 1)		Paketlänge = 3		
0x00	0x00	0x00	0x05	0x00000005		Kommandofehlercode 5: “Befehl nicht erfolgreich ausgeführt“				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A		Abschlusswort				

Auch während der Kommunikation mit dem Sensor liefert dieser ständig Messwerte am Analogausgang. Die Messwertausgabe an der digitalen Schnittstelle wird dagegen kurzzeitig unterbrochen.

### 7.3 Informationskommando

Name INFO

Beschreibung: Nach der Kommandoantwort werden Sensordaten im ASCII-Format gesendet.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
hex	“+”	“+”	0x0D	0x2B2B2B0D				
“I”	“L”	“D”	“1”	0x494C4431				
0x20	0x49	0x00	0x02	0x20490002				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
“I”	“L”	“D”	“1”	0x494C4431				
0xA0	0x49	0x00	0x20	0xA0490020				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

ILD22xx: STD +/-5 V 10.0

Average: 0001

Range: 10

Modul RS422: detect

Option: 003

Modul voltage: det.

SerialN: 01299123

### 7.4 Zero-Kommando

Name ZERO

Beschreibung: Es wird der analoge Ausgabewert auf 0,0 V gesetzt. Funktion wie die Taste Zero/Reset am Controller.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"+"	"+"	"+"	0x0D	0x2B2B2B0D				
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494c4431				
0x20	0x66	0x00	0x02	0x20660002				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0xA0	0x66	0x00	0x20	0xA0660002				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

i

Die Nullsetzung erfolgt nur, wenn sich ein Messobjekt im Messbereich des Sensors befindet.

### 7.5 Average-Kommando 0..3

Name AVG 0..3

Beschreibung: Es wird der Mittelungswert 0, 1, 2 oder 3 eingestellt. Entsprechend werden die LED's gesetzt.

	<b>Gleitend beziehungsweise rekursiv</b>	Median
AVG 0	keine Mittelung	Median 3
AVG 1	Mittelung 4	Median 5
AVG 2	Mittelung 32	Median 7
AVG 3	Mittelung 128	Median 9

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"+"	"+"	"+"	0x0D	0x2B2B2B0D				
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0x20	z <sup>1</sup>	0x00	0x02	0x207y000 <sup>2</sup>				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0xA0	z <sup>1</sup>	0x00	0x02	0xA07y0002 <sup>2</sup>				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

1) z = 0x70 AVG0      2) y = 0      AVG0  
           0x71 AVG1                            1      AVG1  
           0x72 AVG2                            2      AVG2  
           0x73 AVG3                            3      AVG3

### 7.6 Average-Kommando n

Name AVG n

Beschreibung: Es wird der Mittelungswert n eingestellt, die AVG-LED's gehen aus.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"+"	"+"	"+"	0x0D	0x2B2B2B0D				
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0x20	0x75	0x00	0x03	0x20750003				
0x00	0x00	0x00	n	0x0000000n				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0xA0	0x75	0x00	0x02	0xA0750002				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

$n = \log_2(\text{Mittelungszahl})$

Bemerkung: Mittelungszahl N muss eine Potenz zur Basis 2 sein ( $N = 2^n$ ).

**Beispiel:** Mittelung 8  $n = \log_2(8) = 3$   
 Mittelung 512  $n = \log_2(512) = 9$

Damit ergeben sich folgende Werte:

N	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768
n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Wertebereich für Mittelungszahl N

Befehl	Mittelungszahl N		
	rekursiver MW	gleitender MW	Median
AVG 0...3	1, 4, 32, 128	1, 4, 32, 128	3, 5, 7, 9
AVG n	1 ... 32768	1 ... 128	Kommando ohne Wirkung

### 7.7 Mittelungsart ändern

Name AVGTYP

Beschreibung: Wählt eine der drei Mittelungsarten: Parameterwert X: 0 = Rekursiver Mittelwert,  
 - Rekursiver Mittelwert, 1 = Gleitender Mittelwert  
 - Gleitender Mittelwert oder (Auslieferungszustand)  
 - Median aus. 2 = Median

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
“+“	“+“	“+“	0x0D	0x2B2B2B0D				
“ “	“L“	“D“	“1“	0x494C4431				
0x20	0x7d	0x00	0x03	0x207D0003				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
“ “	“L“	“D“	“1“	0x494C4431				
0xA0	0x7d	0x00	0x02	0xA07D0002				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

X = Parameterwert (0, 1, 2)

## 7.8 Reset-Kommando

Name RESET

Beschreibung: Der Sensor führt einen Software-Reset aus. Dabei werden die Werkseinstellungen für die Mittelungszahl und Zero verwendet. Eventuell gespeicherte Werte werden überschrieben. Kurz vor dem eigentlichen Reset wird die Antwort gesendet.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
“+“	“+“	“+“	0x0D	0x2B2B2B0D				
“ “	“L“	“D“	“1“	0x494C4431				
0x20	0xF0	0x00	0x02	0x20F00002				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
“ “	“L“	“D“	“1“	0x494C4431				
0xA0	0xF0	0x00	0x02	0xA0F00002				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

## 7.9 Start-Kommando

Name START

Beschreibung: Startet die permanente Messwertausgabe des Sensors.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
“+“	“+“	“+“	0x0D	0x2B2B2B0D				
“ “	“L“	“D“	“1“	0x494C4431				
0x20	0x77	0x00	0x02	0x20770002				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
“ “	“L“	“D“	“1“	0x494C4431				
0xA0	0x77	0x00	0x02	0xA0770002				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

Hinweis: DataOut ist ein, wenn der Sensor eingeschaltet wird. Der Befehl Stop ist flüchtig und geht verloren, wenn die Spannungsversorgung abgeschaltet oder der Reset-Befehl gesendet wird.

## 7.10 Stop-Kommando

Name STOP

Beschreibung: Stoppt die permanente Messwertausgabe des Sensors.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"+"	"+"	"+"	"0"	"0"	"0"	"0"	"0"	0x2B2B2B0D
"I"	"L"	"D"	"1"	"0"	"0"	"0"	"0"	0x494C4431
0x20	0x76	0x00	0x02	0x00	0x00	0x00	0x00	0x20760002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"I"	"L"	"D"	"1"	"0"	"0"	"0"	"0"	0x494C4431
0xA0	0x76	0x00	0x02	0x00	0x00	0x00	0x00	0xA0760002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x00	0x00	0x00	0x00	0x20200D0A

## 7.11 Sensoreinstellungen auslesen

Name Get\_Settings

Beschreibung: Liefert Sensoreinstellungen, dies sind im einzelnen:

- **Messfrequenz**
  - 0 = 10 kHz
  - 1 = 5 kHz
  - 2 = 2,5 kHz
  - 3 = 20 kHz
- Integer in Hexdarstellung des Exponenten zur Basis 2 des **Mittelungswertes** bei gleitendem und rekursiven Mittelwerttyp
  - Bei Median:
    - 0 = 3
    - 2 = 5
    - 5 = 7
    - 7 = 9
- **Flag letzten Wert halten**
  - 0 = letzten Wert nicht halten
  - 1 = letzten Wert halten
- **Mittelungsart**
  - 0 = rekursiv
  - 1 = gleitend
  - 2 = Median
- **Offsetwert**
  - Liefert den Absolutwert zum Zeitpunkt der Nullpunktsetzung
- **Nullpunkt/Zero**
  - 0 = nicht nullgesetzt
  - 1 = nullgesetzt
- **Messbereich** Integer in Hexdarstellung in mm
- **Tastensperre**
  - 0 = Tastatur freigegeben
  - 1 = Tastatur gesperrt
- **Datenausgabe** digital
  - 0 = Datenausgabe ausgeschaltet
  - 1 = Datenausgabe eingeschaltet
- **Laserstatus**
  - 0 = Laser ist aus
  - 1 = Laser ist an

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
“+“	“+“	“+“	CR	0x2B2B2B0D				
“ “	“L“	“D“	“1“	0x494C4431				
0x20	0x4A	0x00	0x02	0x204A0002				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
“ “	“L“	“D“	“1“	0x494C4431				
0xA0	0x4A	0x00	0x0C	0xA04A000C				
Messfrequenz								
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X				
Mittelungswert								
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X				
Flag: Letzten Wert halten								
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X				
Mittelungsart								
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X				
Offsetwert								
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX				
Nullpunkt/Zero								
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X				
Messbereich								
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX				
Tastensperre								
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X				
Datenausgabe digital								
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X				
Laserstatus								
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

**7.12 Laser ausschalten**

Name LASER\_OFF  
 Beschreibung: Schaltet den Laser aus

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"+"	"+"	"+"	0x0D	0x2B2B2B0D				
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0x20	0x86	0x00	0x02	0x20860002				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0xA0	0x86	0x00	0x02	0xA0860002				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

**7.13 Laser einschalten**

Name LASER\_ON  
 Beschreibung: Schaltet den Laser ein.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"+"	"+"	"+"	CR	0x2B2B2B0D				
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0x20	0x87	0x00	0x02	0x20870002				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0xA0	0x87	0x00	0x02	0xA0870002				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

**7.14 Tastatur sperren**

Name SET\_TASTENSPERRE  
 Beschreibung: Sperrt die Tastatur beziehungsweise gibt sie wieder frei. Der eingestellte Zustand ist nicht flüchtig.

Format:

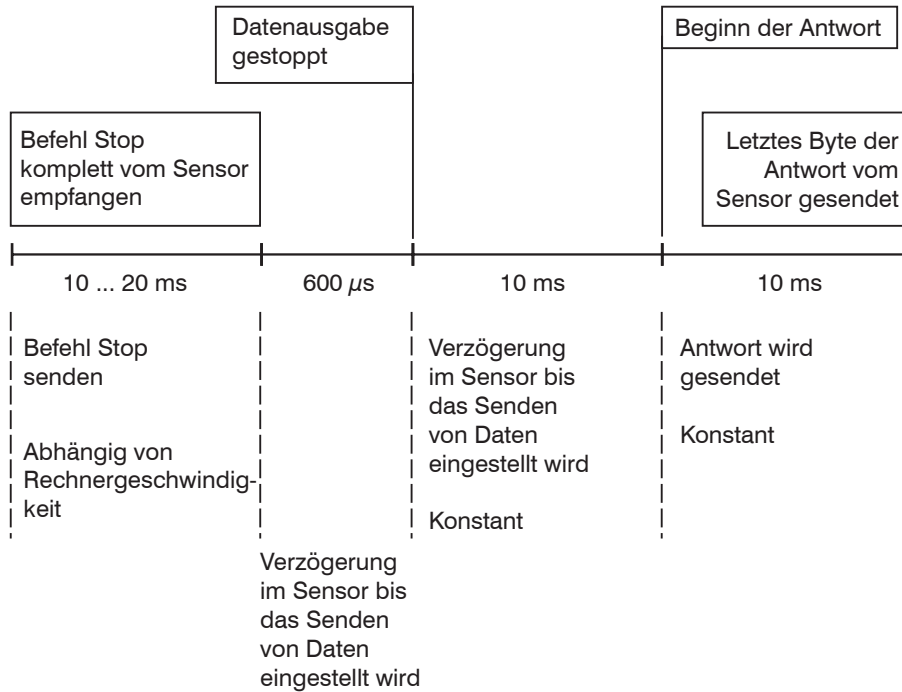
31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"+"	"+"	"+"	CR	0x2B2B2B0D				
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0x20	0x60	0x00	0x03	0x20600003				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X				

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
"I"	"L"	"D"	"1"	0x494C4431				
0xA0	0x60	0x00	0x02	0xA0600002				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A				

- X = 0 > Tastatur freigeben
- X = 1 > Tastatur sperren

### 7.15 Reaktionszeit



## 8. Hinweise für den Betrieb

### 8.1 Reflexionsgrad der Messoberfläche

Prinzipiell wertet der Sensor den diffusen Anteil der Reflexionen des Laserlichtpunktes aus, siehe [Abb. 28](#). Eine Aussage über einen Mindestreflexionsgrad ist nur bedingt möglich, da selbst von spiegelnden Flächen noch geringe diffuse Anteile ausgewertet werden können. Dies geschieht durch Intensitätsbestimmung der diffusen Reflexion aus dem CCD-Zeilensignal in Echtzeit und anschließender Ausregelung von Intensitätsschwankungen. Für einen Einsatz des Sensors an transparenten oder spiegelnden Objekten ist eine Voruntersuchung durch den Hersteller notwendig.

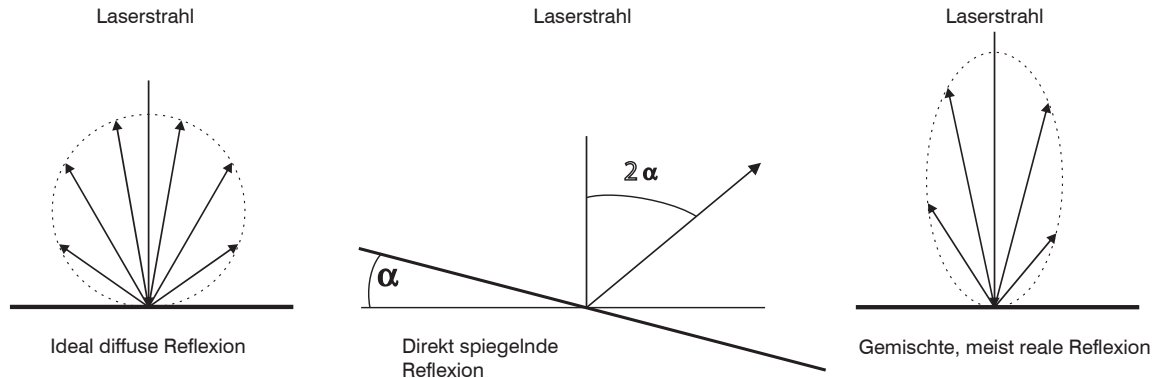


Abb. 28 Reflexionsgrad der Messoberfläche

## 8.2 Fehlereinflüsse

### Farbunterschiede

Farbunterschiede von Messobjekten wirken sich aufgrund der Intensitätsnachregelung auf das Messergebnis nur gering aus. Häufig sind aber diese Farbunterschiede auch mit unterschiedlichen Eindringtiefen des Laserlichtpunktes in das Material verbunden. Unterschiedliche Eindringtiefen wiederum haben scheinbare Veränderungen der Messfleckgröße zur Folge.

Deshalb können Farbwechsel, verbunden mit Eindringtiefenveränderungen, zu Messunsicherheiten führen. Diese Erscheinung widerspiegelt auch das Linearitätsverhalten des Sensors, wenn er auf weißes diffus reflektierendes Referenzmaterial angelernt wurde und schwarzes Material vermessen wird.

Wird der Sensor wieder an schwarzes Material angepasst, erreicht man wieder ein deutlich verbessertes Linearitätsverhalten.

### Temperatureinflüsse

Bei Inbetriebnahme ist eine Einlaufzeit von mindestens 20 Minuten erforderlich, um eine gleichmäßige Temperaturentstreuung im Sensor zu erreichen.

Wird im  $\mu\text{m}$ -Genauigkeitsbereich gemessen, ist auch die Wirkung der Temperaturschwankungen auf die Halterung des Sensors vom Anwender zu beachten.

Schnelle Temperaturänderungen werden durch die dämpfende Wirkung der Wärmekapazität des Sensors nur verzögert erfasst. Eine Mindesteinlaufzeit von 20 Minuten ist hierbei zu berücksichtigen.

### Mechanische Schwingungen

Sollen mit dem Sensor Auflösungen im  $\mu\text{m}$ - bis sub- $\mu\text{m}$ -Bereich erreicht werden, ist besonderes Augenmerk auf eine stabile beziehungsweise schwingungsgedämpfte Sensor- und Messobjektmontage zu richten.

### Oberflächenrauigkeiten

Oberflächenrauigkeiten in der Größenordnung  $5\ \mu\text{m}$  und darüber, führen bei traversierenden Messungen zu einer scheinbaren Abstandsänderung (sogenanntem Oberflächenrauschen). Sie können aber durch die Wahl eines größeren Mittelwertes, siehe Kap. 6.3, gedämpft werden.

### Winkleinflüsse

Verkippungswinkel des Messobjektes sowohl um die X- als auch um die Y-Achse von kleiner  $5^\circ$  sind nur bei Oberflächen mit stark direkter Reflexion störend.

Verkippungswinkel zwischen  $5^\circ$  und  $15^\circ$  bewirken eine scheinbare Abstandsänderung um circa 0,12 ... 0,2 % des Messbereiches, siehe [Abb. 29](#).

Verkippungswinkel zwischen  $15^\circ$  und  $30^\circ$  bewirken eine scheinbare Abstandsänderung um circa 0,5 % des Messbereiches.

Diese Einflüsse sind besonders bei der Abtastung strukturierter Oberflächen zu beachten. Prinzipiell unterliegt das Winkelverhalten bei der Triangulation auch dem Reflexionsvermögen der Messobjektoberfläche.

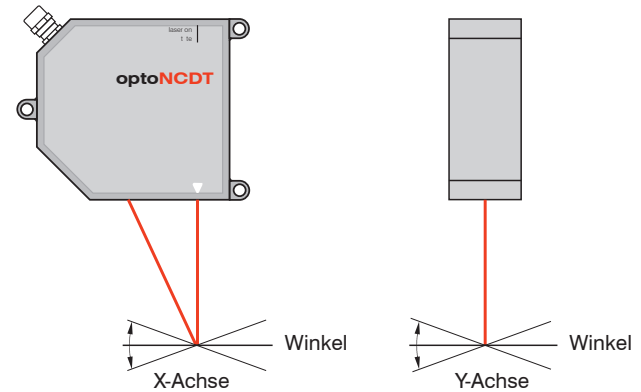


Abb. 29 Winkleinflüsse

Winkel	X-Achse %	Y-Achse %
$5^\circ$	typ. 0,12	typ. 0,12
$15^\circ$	typ. 0,2	typ. 0,2
$30^\circ$	typ. 0,5	typ. 0,5

### Optimierung der Messgenauigkeit durch spezielle Sensoranordnung

- Bei gewalzten oder geschliffenen Metallen, die am Sensor vorbeibewegt werden, ist die Sensorebene in Richtung Walz- beziehungsweise Schleifspuren anzuordnen. Die gleiche Anordnung ist bei Farbstreifen zu wählen, siehe [Abb. 30](#).

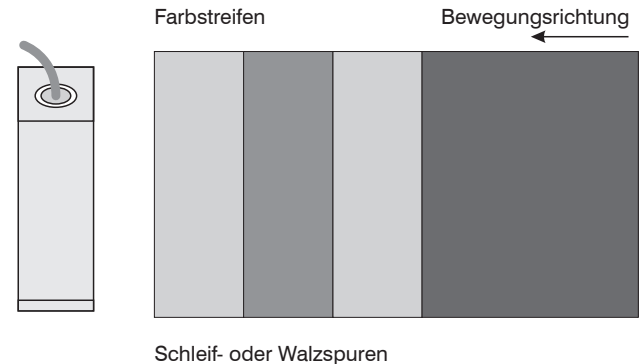


Abb. 30 Sensoranordnung für geschliffene oder gestreifte Oberflächen

- Bei Bohrungen, Sacklöchern und Kanten in der Oberfläche von bewegten Teilen ist der Sensor so anzuordnen, dass die Kante nicht den Laserpunkt verdeckt, siehe [Abb. 31](#).

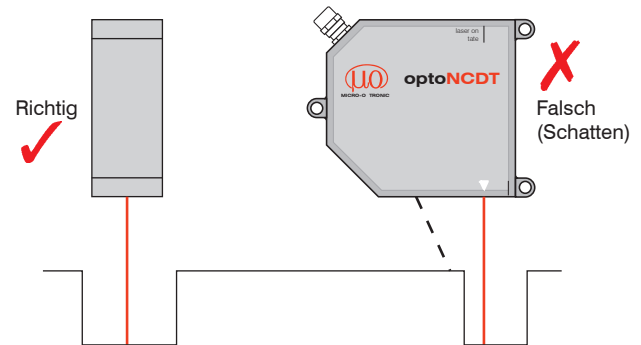


Abb. 31 Sensoranordnung bei Bohrungen und Kanten

### **8.3 Reinigung der Schutzscheiben**

In regelmäßigen Abständen ist eine Reinigung der Schutzscheiben zu empfehlen.

#### **Trockenreinigung**

Hierfür ist ein Optik-Antistatikpinsel geeignet oder Abblasen der Scheiben mit entfeuchteter, sauberer und ölfreier Druckluft.

#### **Feuchtreinigung**

Benutzen Sie zum Reinigen der Schutzscheibe ein sauberes, weiches, fusselfreies Tuch oder Linsenreinigungspapier und reinen Alkohol (Isopropanol).

Verwenden Sie auf keinen Fall handelsübliche Glasreiniger oder andere Reinigungsmittel.

## 9. Messwertausgabe

### 9.1 Analog-Spannung

Max. Ausgabebereich (mit Offset) -10,0 V ... +10,0 V

Ausgangshub  $\Delta U_{OUT}$  10,0 V = 100 % Messbereich

Ausgangsspannung ohne Offset -5,0 V ... +5,0 V

Berechnung Messwert in mm aus analoger Spannung:<sup>1</sup>

$$x \text{ [mm]} = U_{OUT} * \frac{\text{Messbereich [mm]}}{10,0 \text{ [V]}}$$

**Beispiel:**  $U_{OUT} = 4,6 \text{ V}$   
 Messbereich = 10 mm  
 Messwert = 4,6 mm

### 9.2 Digital, Umrechnung

Wertebereich 0 ... 65519 16 Bit - 16  
 0 ... 642 MBA-Reserve  
 643 ... 64876 Messbereich  
 64877 ... 65519 MBE-Reserve

Berechnung Messwert in mm aus digitaler Ausgabe:<sup>1</sup>

$$x \text{ [mm]} = \left( \text{digital}_{OUT} * \frac{1,02}{65520} - 0,51 \right) * \text{Messbereich [mm]}$$

**Beispiel:** 32760 (32760 \* 15,5677E-6 - 0,51) \* 10 mm = 0 mm (Mitte)  
 16758 (16758 \* 15,5677E-6 - 0,51) \* 10 mm = -2,49115 mm  
 643 (643 \* 15,5677E-6 - 0,51) \* 10 mm = -4,99989 mm (MBA)

### 9.3 Digitaler Fehlercode

Wertebereich 65520 ... 65535 (digital<sub>OUT</sub>)

F1 bad objekt	65522	kein Objekt erkennbar
F2 out of range -	65524	zu nah am Sensor
F3 out of range +	65526	zu weit vom Sensor
F4 poor target	65528	Objekt kann nicht ausgewertet werden
F5 Laser off	65530	ext. Laser aus

1) Bezug ist Messbereichsmitte

## 10. Software

### 10.1 Demosoftware

Die Software

- übermittelt Sensorparameter an den Sensor und
- überträgt Messergebnisse und stellt diese graphisch dar.

Alle Daten werden über die RS422-Schnittstelle übertragen und können bei Bedarf auch gespeichert werden.

**I** Trennen beziehungsweise verbinden Sie die Sub-D-Verbindung zwischen RS422 und USB-Konverter nur im spannungslosen Zustand.

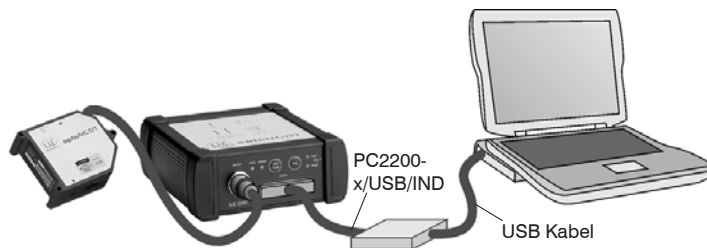
#### 10.1.1 Systemvoraussetzungen

Folgende Systemvoraussetzungen werden für die Software empfohlen:

- Windows 2000, Windows XP oder Windows 7
- Pentium III  $\geq$  300 MHz
- 256 MB RAM
- Freier USB-Port

#### 10.1.2 Notwendige Kabel und Programmroutinen

- PC2200-x/USB/IND     Sensorkabel für Versorgung (offene Enden) und 9-poliger D SUB-Stecker für RS422.
- RS422/USB Konverter     Umsetzer von RS422 auf USB passend für Kabel PC2200-x/USB/IND inklusive Treiber.



PC2200-x/USB/IND	
Pin	Signal
2	Rx+
1	Rx-
3	Tx+
4	Tx-
Pin-Belegung 9-pol. D SUB	

Abb. 32 Systemaufbau zum Betrieb der Demosoftware

### 10.1.3 Messbetrieb

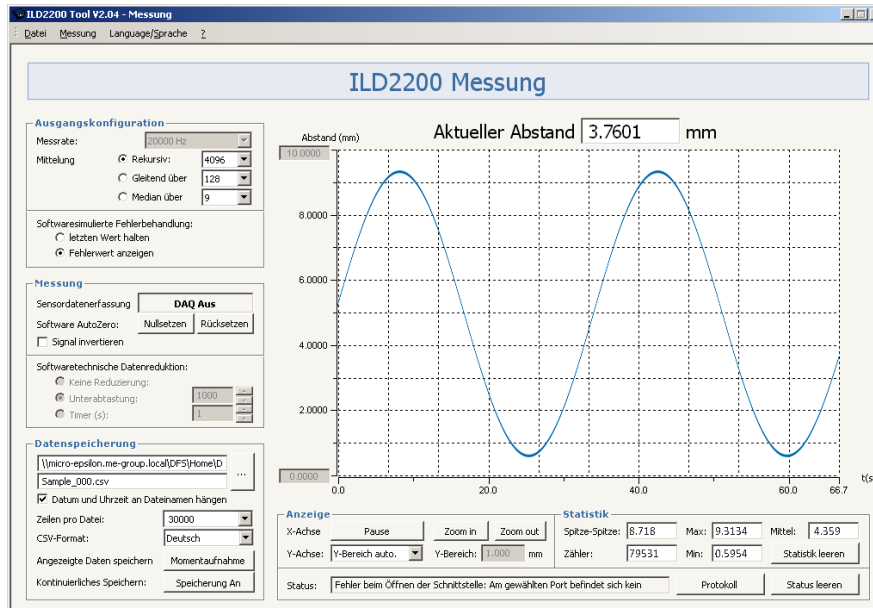


Abb. 33 Programmoberfläche für den Messbetrieb

Dieser Programmteil dient der Erfassung, Berechnung und Speicherung von Daten.

**i** Die aktuellen Treiber beziehungsweise Programmroutinen finden Sie unter:  
[www.micro-epsilon.de/link/opto/2200](http://www.micro-epsilon.de/link/opto/2200)

## 10.2 Softwareunterstützung mit MEDAQLib

Mit MEDAQLib steht Ihnen eine dokumentierte Treiber-DLL zur Verfügung. Damit binden Sie optoNCDT-Lasersensoren in Verbindung

- mit dem RS422/USB-Konverter, siehe Kap. 14.1 und passendem Anschlusskabel PC2200-x/USB/IND oder der
- PCI-Interfacekarte IF 2008 und Anschlusskabel PC2200-x/IF2008, siehe Kap. 7.

in eine bestehende oder kundeneigene PC-Software ein.

MEDAQLib

- enthält eine DLL, die in C, C++, VB, Delphi und viele weitere Programme importiert werden kann,
- nimmt Ihnen die Datenkonvertierung ab,
- funktioniert unabhängig vom verwendeten Schnittstellentyp,
- zeichnet sich durch gleiche Funktionen für die Kommunikation (Befehle) aus,
- bietet ein einheitliches Übertragungsformat für alle Sensoren von MICRO-EPSILON.

Für C/C++-Programmierer ist in MEDAQLib eine zusätzliche Header-Datei und eine Library-Datei integriert.

Die aktuelle Treiberroutine inklusive Dokumentation finden Sie unter:

[www.micro-epsilon.de/download](http://www.micro-epsilon.de/download)

[www.micro-epsilon.de/link/software/medaqlib](http://www.micro-epsilon.de/link/software/medaqlib)

## 11. Haftung für Sachmängel

Alle Komponenten des Gerätes wurden im Werk auf die Funktionsfähigkeit hin überprüft und getestet. Sollten jedoch trotz sorgfältiger Qualitätskontrollen Fehler auftreten, sind diese umgehend MICRO-EPSILON mitzuteilen. Die Haftung für Sachmängel beträgt 12 Monate. Innerhalb dieses Zeitraums werden fehlerhafte Teile, ausgenommen Verschleißteile, kostenlos instandgesetzt oder ausgetauscht, wenn das Gerät kostenfrei an MICRO-EPSILON eingeschickt wird.

Nicht unter die Haftung für Sachmängel fallen solche Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung oder Gewalteinwirkung entstanden oder auf Reparaturen oder Veränderungen durch Dritte zurückzuführen sind. Für Reparaturen ist ausschließlich MICRO-EPSILON zuständig.

Weitergehende Ansprüche können nicht geltend gemacht werden. Die Ansprüche aus dem Kaufvertrag bleiben hierdurch unberührt. MICRO-EPSILON haftet nicht für Folgeschäden. Im Interesse der Weiterentwicklung behalten wir uns das Recht auf Konstruktionsänderung vor.

## 12. Service, Reparatur

Bei einem Defekt am Sensor, Sensorkabel oder Controller:

- Speichern Sie nach Möglichkeit die aktuellen Sensoreinstellungen in einem Parametersatz, siehe ILD2200 Tool, Menü Messung / Konfiguration, um nach der Reparatur die Einstellungen wieder in den Controller laden zu können.
- Senden Sie bitte die betreffenden Teile zur Reparatur oder zum Austausch ein.

MICRO-EPSILON Optronic GmbH  
Lessingstraße 14  
D-01465 Langebrück  
Telefon: 035201 / 729 - 0  
Fax: 035201 / 729 - 90  
optronic@micro-epsilon.de  
www.micro-epsilon.de

Bei Störungen, deren Ursachen nicht eindeutig erkennbar sind, senden Sie bitte immer das gesamte Messsystem an:

## 13. Außerbetriebnahme, Entsorgung

- ➡ Entfernen Sie das Versorgungs- und Ausgangskabel am Controller.
- ➡ Entfernen Sie das Sensorkabel zwischen Sensor und Controller.

Das optoNCDT22xx ist entsprechend der Richtlinie 2002/95/EG, „RoHS“, gefertigt. Die Entsorgung ist entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen durchzuführen (siehe Richtlinie 2002/96/EG).

## 14. Anhang

### 14.1 Zubehör, Serviceleistungen

PS2020	Netzteil für Hutschienenmontage, Eingang 230 VAC, Ausgang 24 VDC/2,5 A
IF2008	Interfacekarte RS485, für 1 bis 4 laser-optische Sensoren der Serie ILD22xx oder 1 bis 3 laser-optische Sensoren der Serie ILD22xx plus 1 Encoder-Eingang
SGH 1800	Schutzgehäuse mit Fenster für Sensoren ILD22xx-2/10/20/50/100
SGHF 1800	Schutzgehäuse mit Fenster und Freiblaseeinrichtung für Sensoren ILD22xx-2/10/20/50/100
SGH 2200-200	Schutzgehäuse mit Fenster für Sensor ILD22xx-40 / 200
SGHF 2200-200	Schutzgehäuse mit Fenster und Freiblaseeinrichtung für Sensor ILD22xx-40 / 200
CE1800-x	Sensorkabel-Verlängerung, 3 oder 8 m lang <sup>1</sup>
PC1800-3	Versorgungs- und Ausgangskabel, 3 m lang
PC1800-3/10/RS485	Versorgungs- und Ausgangskabel, 3 m Länge für Versorgung und 10 m Länge für RS485
PC1800-3/5/RS485	Versorgungs- und Ausgangskabel, 3 m Länge für Versorgung und 5 m Länge für RS485
PC2200-x	Versorgungs- und Ausgangskabel, Länge 3 oder 5 m, analoge und digitale Signale, 25 pol. Sub-D-Stecker bzw. verzinnte Enden
PC2200-x/USB/IND	Sensorkabel für Versorgung und 9-poliger Sub-D-Stecker für RS422 (passend für RS422/USB-Konverter). Inklusive Steckernetzteil (90 ... 235 VAC) für Versorgung
RS422/USB-Konverter	Umsetzer von RS422 auf USB passend für Kabel PC2200-x/USB/IND inklusive Treiber
IF2008-Y-Adapterkabel	Adapterkabel, Y-Typ, 100 mm lang, für den Anschluss von 2 Interfacekabeln an demselben RS485-Port (15-polig) einer IF2008
PC2200-x/IF2008	Sensorkabel für Versorgung und RS422, passend für IF2008

#### Serviceleistung

Funktionsprüfung und Neuabgleich, Prüfung aller Komponenten und Neuabgleich eines kompletten Messkanals, inklusive Protokoll mit grafischer Darstellung.

1) Sensorkabel-Verlängerung erhältlich für alle Sensoren der Reihe ILD22xx. Eine Sensorkabel-Verlängerung erfordert einen Neuabgleich des kompletten Messkanals. Geben Sie die gewünschte Sensorkabel-Verlängerung schon mit Ihrer Bestellung an.

## 14.2 Schutzgehäuse

Die Schutzgehäuse SGH werden bei verschmutzter Umgebung oder bei erhöhten Umgebungstemperaturen eingesetzt. Die Schutzgehäuse werden als optionales Zubehör geliefert. Bei ihrem Einsatz kann eine Verschlechterung der Linearität der Sensoren im Gesamtsystem auftreten. Deshalb ist zum alleinigen Schutz vor mechanischen Beschädigungen ein einfaches Schutzschild mit genügend großer Durchblicköffnung günstiger.

Ausführungsarten der Schutzgehäuse:

- SGH Ohne Freiblaseeinrichtung (mit Zu- und Abluftanschlüssen für Kühlung) und
- SGHF Mit Freiblaseeinrichtung für das Schutzfenster

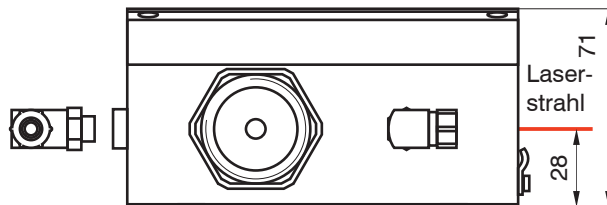
Beim Betrieb der Sensoren im Schutzgehäuse sind die folgenden Richtlinien zu beachten:

1. Zulässige Temperatur innerhalb des Schutzgehäuses maximal 45 °C.
2. Für den Druckluftanschluss gilt:
  - Temperatur der Druckluft am Einlaßstutzen < 25 °C,
  - Druckluft muß frei von Öl und Wasserrückständen sein. Es werden zwei hintereinandergeschaltete Ölabscheider empfohlen.
3. Bei einer durchströmenden Luftmenge von zum Beispiel 240 l/min (2,5 bar) kann die maximal zulässige Außentemperatur 65 °C betragen.
4. Für höhere Umgebungstemperaturen wird der Einsatz zusätzlicher wassergekühlter Träger- und Deckplatten außerhalb des Schutzgehäuses empfohlen.
5. Keine direkte Hitzeeinstrahlung (auch Sonne!) auf das Schutzgehäuse. Bei direkter Wärmestrahlung sind zusätzliche thermische Schutzschirme einzubauen.
6. Der Einbau der Sensoren in das Schutzgehäuse sollte beim Hersteller erfolgen, da besonders bei den kurzen Grundabständen das zusätzliche Schutzfenster in die Kalibrierung einbezogen werden muss.
7. Von Zeit zu Zeit ist eine Reinigung des Schutzfensters mit einem weichen alkohol-getränkten Tuch oder Wattetupfer zu empfehlen.

**Lieferumfang des Schutzgehäuses:** Im Lieferumfang des Schutzgehäuses sind drehbare Stecknippel-Verschraubungen LCKN-1/8-PK-6 (FESTO) für den Druckluftschlauch mit Innen-ø. 6 mm, die Blasblende (bei SGHF) und die komplette innere Sensorbefestigung enthalten. Nicht enthalten sind die Befestigungsschrauben für das Schutzgehäuse (zum Beispiel 4 Stck. M4 x 20).

**Schutzgehäuse SGH1800**

(Abmessungen in mm,  
nicht maßstabsgetreu)



Bei SGH2200  
(ohne Freiblaseeinrichtung)  
Abluftanschluss

Bei SGHF2200  
(Freiblaseeinrichtung)  
mit Blindstopfen verschlossen

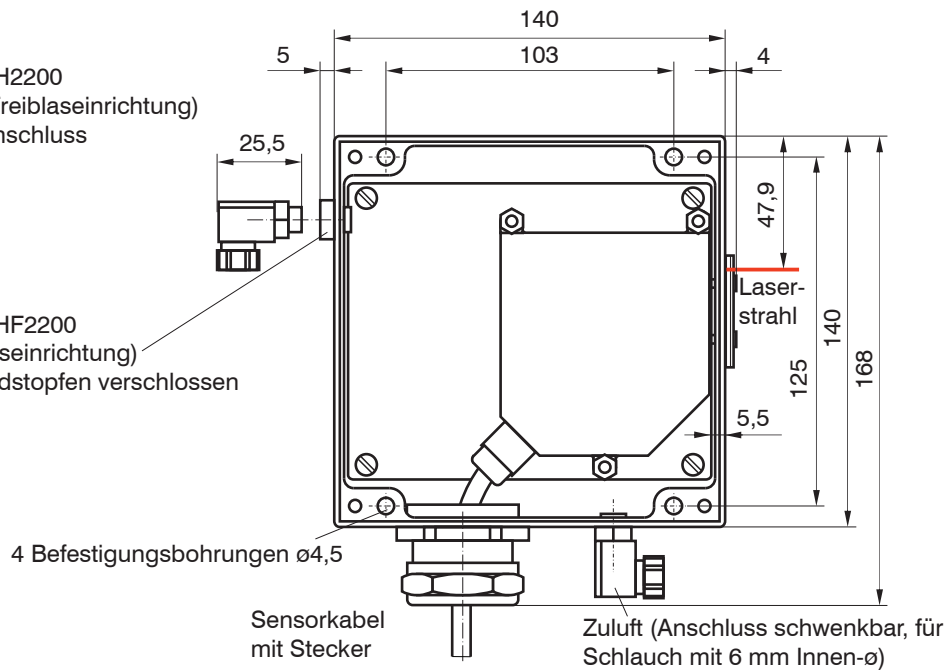
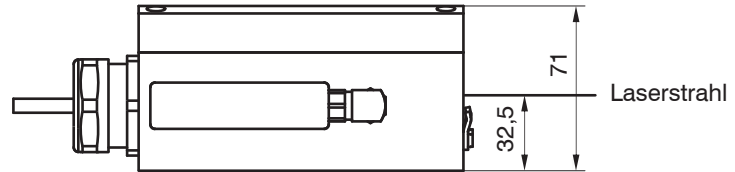


Abb. 34 Schutzgehäuse für die Messbereiche 2/10/20/50/100 mm

**Schutzgehäuse SGH2200**

(Abmessungen in mm,  
nicht maßstabsgetreu)



Bei SGHF2200  
(Freiblaseeinrichtung)  
mit Blindstopfen verschlossen

Bei SGH2200  
(ohne Freiblaseeinrichtung)  
Abluftanschluss

Sensorkabel mit Stecker

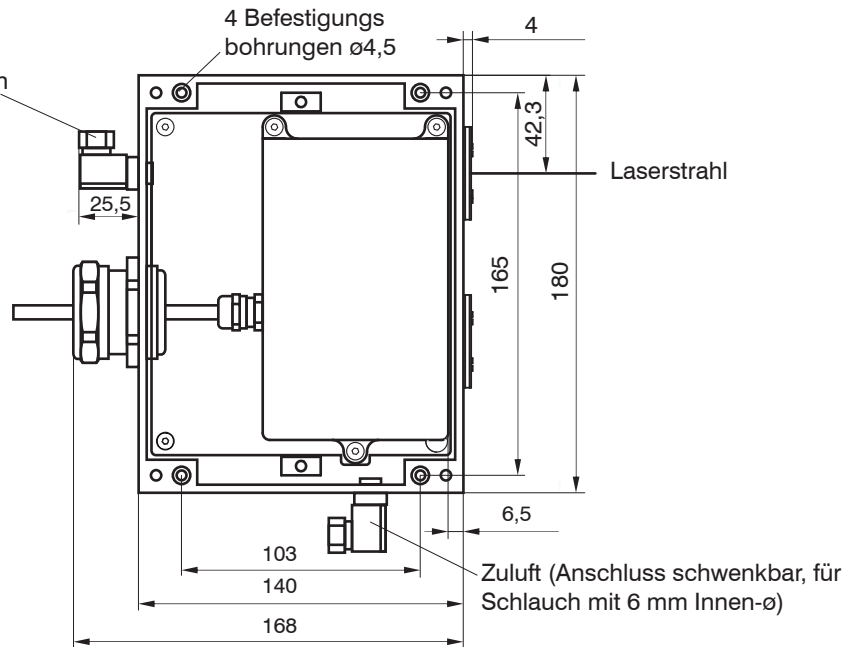


Abb. 35 Schutzgehäuse für die Messbereiche 40 und 200 mm

### 14.3 Werkseinstellung

Die Werkseinstellungen (Default) können durch etwa 5 Sekunden langes Drücken der Taste „zero/reset“ wiederhergestellt werden.

<b>Name/Funktion</b>	<b>Einstellung</b>	<b>Kapitel</b>
Mittelung	Gleitender Mittelwert, Mittelungszahl $N = 1$ , also ohne Mittelwertbildung	Kap. 6.3
Reaktion des Analogausgangs bei Fehler	Letzten gültigen Mittelwert halten	Kap. 6.8





MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GmbH & Co. KG  
Königbacher Str. 15 · 94496 Ortenburg / Deutschland  
Tel. +49 (0) 8542 / 168-0 · Fax +49 (0) 8542 / 168-90  
info@micro-epsilon.de · www.micro-epsilon.de

X9750090-D061092HDR  
© MICRO-EPSILON MESSTECHNIK

