



Betriebsanleitung  
**optoNCDT 1900**  
**EtherCAT**

ILD1900-2-IE  
ILD1900-10-IE  
ILD1900-25-IE  
ILD1900-50-IE  
ILD1900-100-IE

ILD1900-200-IE  
ILD1900-500-IE

ILD1900-2LL-IE  
ILD1900-6LL-IE  
ILD1900-10LL-IE  
ILD1900-25LL-IE  
ILD1900-50LL-IE

Intelligente laseroptische Wegmessung

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

94496 Ortenburg / Deutschland

Tel. +49 (0) 8542 / 168-0  
Fax +49 (0) 8542 / 168-90  
e-mail [info@micro-epsilon.de](mailto:info@micro-epsilon.de)  
[www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)

optoNCDT 1900

**EtherCAT** 

EtherCAT® is registered trademark and patented technology,  
licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>9</b>
1.1	Verwendete Zeichen	9
1.2	Warnhinweise	9
1.3	Hinweise zur CE-Kennzeichnung	10
1.4	Bestimmungsgemäße Verwendung	10
1.5	Bestimmungsgemäßes Umfeld	11
<b>2.</b>	<b>Lasersicherheit</b>	<b>12</b>
2.1	Allgemein	12
2.2	Laserklasse 2	12
2.3	Laserklasse 3R	14
<b>3.</b>	<b>Funktionsprinzip, Technische Daten</b>	<b>16</b>
3.1	Kurzbeschreibung	16
3.2	Advanced Surface Compensation	17
3.3	Technische Daten	18
3.3.1	ILD1900-xx	18
3.3.2	ILD1900-xxLL	20
<b>4.</b>	<b>Lieferung</b>	<b>22</b>
4.1	Lieferumfang	22
4.2	Lagerung	22
<b>5.</b>	<b>Montage</b>	<b>23</b>
5.1	Hinweise für den Betrieb	23
5.1.1	Reflexionsgrad der Messoberfläche	23
5.1.2	Fehlereinflüsse	24
5.1.2.1	Fremdlicht	24
5.1.2.2	Farbunterschiede	24
5.1.2.3	Temperatureinflüsse	24
5.1.2.4	Mechanische Schwingungen	24
5.1.2.5	Bewegungsunschärfen	24
5.1.2.6	Oberflächenrauigkeiten	25
5.1.2.7	Winkeleinflüsse	26
5.1.3	Optimierung der Messgenauigkeit	27
5.2	Mechanische Befestigung, Maßzeichnung	28

5.2.1	Allgemein .....	28
5.2.2	Befestigung .....	28
5.3	Bedien- und Anzeigeelemente .....	30
5.4	Elektrische Anschlüsse .....	31
5.4.1	Anschluss RJ45, PoE .....	31
5.4.2	Anschluss RJ45 .....	32
5.4.3	Anschlussbelegung .....	33
5.4.4	Versorgungsspannung .....	34
5.4.5	Laser einschalten .....	35
5.4.6	Steckverbindung, Versorgungs- und Ausgangskabel .....	36
<b>6.</b>	<b>Betrieb.....</b>	<b>37</b>
6.1	Herstellung der Betriebsbereitschaft .....	37
6.2	Bedienung mittels Webinterface, Ethernet .....	38
6.2.1	Allgemein .....	38
6.2.2	Zugriff über Webinterface .....	39
6.2.3	Auswahl Messaufgabe .....	41
6.2.4	Messwertdarstellung im Webbrowser .....	42
6.2.5	Videosignaldarstellung im Webbrowser .....	44
6.3	Parametrierung über EtherCAT .....	46
6.4	Zeitverhalten, Messwertfluss .....	46
6.5	Bedienung mit Folientaste .....	47
<b>7.</b>	<b>Sensor-Parameter einstellen .....</b>	<b>48</b>
7.1	Vorbemerkungen zu den Einstellmöglichkeiten .....	48
7.2	Übersicht Parameter .....	48
7.3	Eingänge .....	49
7.4	Messwertaufnahme .....	50
7.4.1	Vorbemerkung .....	50
7.4.2	Messkonfiguration .....	50
7.4.3	Messrate .....	50
7.4.4	Auswertebereich maskieren, ROI .....	51
7.4.5	Belichtungsmodus .....	52
7.4.6	Peakauswahl .....	53
7.5	Signalverarbeitung .....	54

7.5.1	Vorbemerkung .....	54
7.5.2	Mittelung .....	54
7.5.2.1	Allgemein .....	54
7.5.2.2	Gleitender Mittelwert .....	55
7.5.2.3	Rekursiver Mittelwert .....	56
7.5.2.4	Median .....	56
7.5.3	Nullsetzen, Mastern .....	57
7.6	Digitalausgang EtherCAT .....	58
7.6.1	Werte, Bereiche .....	58
7.6.2	Verhalten Digitalausgang .....	60
7.7	Systemeinstellungen .....	62
7.7.1	Allgemein .....	62
7.7.2	Einheit, Sprache .....	62
7.7.3	Laden, Speichern .....	63
7.7.4	Import, Export .....	65
7.7.5	Sensor zurücksetzen .....	66
7.7.6	Bootmodus .....	66
<b>8.</b>	<b>EtherCAT .....</b>	<b>67</b>
8.1	Vorbemerkung .....	67
8.2	Einstellungen speichern, EtherCAT-Betrieb fortsetzen .....	67
<b>9.</b>	<b>Reinigung .....</b>	<b>68</b>
<b>10.</b>	<b>Haftungsausschluss .....</b>	<b>68</b>
<b>11.</b>	<b>Service, Reparatur .....</b>	<b>69</b>
<b>12.</b>	<b>Außerbetriebnahme, Entsorgung .....</b>	<b>69</b>

## Anhang

A 1	Optionales Zubehör.....	70
A 2	Werkseinstellung .....	71
A 3	Wechsel zwischen EtherCAT und Ethernet-Setup-Mode.....	72
A 4	Wechsel zwischen Ethernet-Setup-Mode und EtherCAT.....	73
A 5	EtherCAT-Dokumentation .....	74
A 5.1	Allgemein .....	74
A 5.2	Einleitung .....	75
A 5.2.1	Struktur von EtherCAT®-Frames .....	75
A 5.2.2	EtherCAT®-Dienste.....	75
A 5.2.3	Adressierverfahren und FMMUs.....	76
A 5.2.4	Sync Manager .....	76
A 5.2.5	EtherCAT-Zustandsmaschine.....	77
A 5.2.6	CANopen über EtherCAT .....	77
A 5.2.7	Prozessdaten PDO-Mapping .....	78
A 5.2.8	Servicedaten SDO-Service.....	78
A 5.3	CoE – Objektverzeichnis .....	79
A 5.3.1	Kommunikationsspezifische Standard-Objekte.....	79
A 5.3.1.1	Übersicht.....	79
A 5.3.1.2	Objekt 1000h: Gerätetyp.....	80
A 5.3.1.3	Objekt 1008h: Hersteller-Gerätename .....	80
A 5.3.1.4	Objekt 1009h: Hardware-Version.....	80
A 5.3.1.5	Objekt 100Ah: Software-Version.....	80
A 5.3.1.6	Objekt 1018h: Geräte-Identifikation.....	80
A 5.3.1.7	TxPDO Mapping.....	81
A 5.3.1.8	Objekt 1C00h: Synchronmanagertyp.....	86
A 5.3.1.9	Objekt 1C12h: RxPDO Assign .....	86
A 5.3.1.10	Objekt 1C13h: TxPDO-Assign .....	86
A 5.3.1.11	Objekt 1C32h: Synchronmanager Ausgangsparameter.....	87
A 5.3.1.12	Objekt 1C33h: Synchronmanager Eingangsparameter.....	87
A 5.3.2	Herstellerspezifische Objekte.....	89
A 5.3.2.1	Objekt 3000h: Lichtquelle.....	90
A 5.3.2.2	Objekt 3200: Messkonfiguration, Messrate, Auswertebereich, Belichtung, Peakauswahl, Fehlerbe- handlung 91	
A 5.3.2.3	Objekt 3400: Mittelung.....	92
A 5.3.2.4	Objekt 3450: Nullsetzen, Mastern.....	93
A 5.3.2.5	Objekt 3800: Systemeinstellung, Tastensperre, Login, Passwort, Werkseinstellung .....	94
A 5.3.2.6	Objekt 3850: Messaufgabe.....	95
A 5.3.2.7	Objekt 3851: Signalqualität.....	95

	A 5.3.2.8	Objekt 3852: Laden, Speichern .....	96
	A 5.3.2.9	Objekt 3900: Sensorinformation .....	96
A 5.4		Mappable Objects - Prozessdaten .....	97
	A 5.4.1	Allgemein .....	97
	A 5.4.2	Objekt 6000: Belichtungszeit .....	97
	A 5.4.3	Objekt 6001: Messfrequenz .....	98
	A 5.4.4	Objekt 6002: Zeitstempel .....	98
	A 5.4.5	Objekt 6003: Messwertzähler .....	98
	A 5.4.6	Objekt 6004: Frame-Status .....	99
	A 5.4.7	Objekt 6005: Abstandswert, nicht linearisiert .....	99
	A 5.4.8	Objekt 6006: Intensität .....	99
	A 5.4.9	Objekt 6007: Abstandswert, linearisiert .....	100
	A 5.4.10	Objekt 6008: Peakabstand .....	100
A 5.5		Fehlercodes für SDO-Services .....	101
A 5.6		Oversampling .....	103
A 5.7		Update .....	105
	A 5.7.1	Update über FoE .....	105
	A 5.7.2	Update über EoE .....	105
A 5.8		Operational Modes .....	106
	A 5.8.1	Free Run .....	106
	A 5.8.2	Distributed Clocks SYNC0 Synchronisierung .....	106
	A 5.8.3	SM2/SM3 Synchronisierung .....	106
A 5.9		Bedeutung der LED's RUN und ERR im EtherCAT-Betrieb .....	107
A 5.10		EtherCAT-Konfiguration mit dem Beckhoff TwinCAT©-Manager .....	108





## 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.

Messung

Zeigt eine Hardware oder eine(n) Schaltfläche/Menüeintrag in der Software an.

### 1.2 Warnhinweise



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

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors



Vermeiden Sie Stöße und Schläge auf den Sensor.

Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Befestigen Sie den Sensor ausschließlich an den vorhandenen Montagebohrungen/Gewindelöchern auf einer ebenen Fläche, Klemmungen jeglicher Art sind nicht gestattet.

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Die Versorgungsspannung darf angegebene Grenzen nicht überschreiten.

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Schützen Sie das Sensorkabel vor Beschädigung. Bringen Sie das Kabel lastfrei an, Kabel nach ca. 25 cm abfangen und Pigtail am Stecker abfangen, z. B. durch Kabelbinder.

> Zerstörung des Sensors  
Ausfall des Messgerätes

**HINWEIS**

Vermeiden Sie die dauernde Einwirkung von Spritzwasser auf den Sensor.  
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Auf den Sensor dürfen keine aggressiven Medien (Waschmittel, Kühlemulsionen) einwirken.  
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

### 1.3 Hinweise zur CE-Kennzeichnung

Für das Messsystem optoNCDT 1900 gilt:

- EU-Richtlinie 2014/30/EU
- EU-Richtlinie 2011/65/EU

Produkte, die das CE-Kennzeichen tragen, erfüllen die Anforderungen der zitierten EU-Richtlinien und der jeweils anwendbaren harmonisierten europäischen Normen (EN). Das Messsystem ist ausgelegt für den Einsatz im Industriebereich.

Die EU-Konformitätserklärung und die technischen Unterlagen werden gemäß den EU-Richtlinien für die zuständigen Behörden bereit gehalten.

### 1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Das optoNCDT 1900 ist für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich konzipiert. Es wird eingesetzt zur
  - Weg-, Abstands-, Positions- und Dickenmessung
  - Qualitätsüberwachung und Dimensionsprüfung
- Der Sensor darf nur innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Werte betrieben werden, siehe Kap. 3.3.
- Der Sensor ist so einzusetzen, dass bei Fehlfunktionen oder Totalausfall des Sensors keine Personen gefährdet oder Maschinen beschädigt werden.
- Treffen Sie bei sicherheitsbezogener Anwendung zusätzlich Vorkehrungen für die Sicherheit und zur Schadensverhütung.

## 1.5 Bestimmungsgemäßes Umfeld

- Schutzart: IP67 (gilt nur bei angestecktem Sensorkabel)

Die Schutzart gilt nicht für optische Eingänge, da deren Verschmutzung zur Beeinträchtigung oder Ausfall der Funktion führt.

- Temperaturbereich:
  - Betrieb: 0 ... 50 °C
  - Lagerung: -20 ... 70 °C
- Luftfeuchtigkeit: 5 - 95 % (nicht kondensierend)
- Umgebungsdruck: Atmosphärendruck

**i** Die Schutzart ist beschränkt auf Wasser, keine Bohremulsionen oder Ähnliches.

## 2. Lasersicherheit

### 2.1 Allgemein

Das optoNCDT 1900 arbeitet mit einem Halbleiterlaser der Wellenlänge 658 nm (sichtbar/rot) bzw. 670 nm (sichtbar/rot).

Beim Betrieb der Sensoren sind die einschlägigen Vorschriften nach DIN EN 60825-1 (Teil 1 von 07/2015) und die in Deutschland gültige Unfallverhütungsvorschrift „Laserstrahlung“ (DGUV 12 von 04/2007) zu beachten.

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

Der Betrieb des Lasers wird optisch durch die LED am Sensor angezeigt, siehe Kap. 5.3.

Die Gehäuse des optoNCDT 1900 dürfen nur vom Hersteller geöffnet werden, siehe Kap. 10.

Für Reparatur und Service sind die Sensoren in jedem Fall an den Hersteller zu senden.

### 2.2 Laserklasse 2

Die Sensoren sind in die Laserklasse 2 eingeordnet. Der Laser wird gepulst betrieben, die maximale optische Leistung ist  $\leq 1$  mW. Die Pulsfrequenz hängt von der eingestellten Messrate ab (0,25 ... 10 kHz). Die Pulsdauer der Peaks wird abhängig von der Messrate und Reflektivität des Messobjektes geregelt und kann 4 ... 3995  $\mu$ s betragen.



Laserstrahlung. Schließen Sie die Augen oder wenden Sie sich sofort ab, falls die Laserstrahlung ins Auge trifft. Irritation oder Verletzung der Augen möglich.

**i** Beachten Sie die Laserschutzvorschriften.

Danach gilt:

- Bei Lasereinrichtungen der Klasse 2 ist das Auge bei zufälliger, kurzzeitiger Einwirkung der Laserstrahlung, d.h. 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.

Lasers der Klasse 2 sind nicht anzeigepflichtig und ein Laserschutzbeauftragter ist nicht erforderlich.

Am Sensorkabel sind folgende Hinweisschilder (Deutsch / Englisch) angebracht:

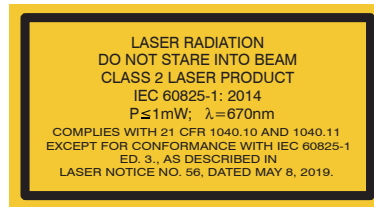


Abb. 1 Laserhinweisschilder am Sensorkabel



Abb. 2 Laserwarnschild am Sensorgehäuse

## 2.3 Laserklasse 3R

Die Sensoren sind in die Laserklasse 3R eingeordnet. Der Laser wird gepulst betrieben, die maximale optische Leistung ist  $\leq 5$  mW. Die Pulsfrequenz hängt von der eingestellten Messrate ab (0,25 ... 10 kHz). Die Pulsdauer der Peaks wird abhängig von der Messrate und Reflektivität des Messobjektes geregelt und kann 4 ... 3995  $\mu$ s betragen.



**VORSICHT**

Laserstrahlung. Verwenden Sie geeignete Schutzausrüstung und schließen Sie die Augen oder wenden Sie sich sofort ab, falls die Laserstrahlung ins Auge trifft. Verletzung der Augen möglich.

**i** Beachten Sie die Laserschutzvorschriften.

Danach gilt: Die zugängliche Laserstrahlung ist gefährlich für das Auge. Ein direkter Blick in den Strahl bei Lasern der Klasse 3R ist gefährlich. Auch Reflexionen an glänzenden oder spiegelnden Oberflächen sind gefährlich für das Auge.

Laser der Klasse 3R erfordern einen Laserschutzbeauftragten.

Der Laserbereich ist deutlich erkennbar zu machen und dauerhaft zu kennzeichnen.

Während des Betriebs muss der Laserbereich abgegrenzt und gekennzeichnet sein.

Am Sensorgehäuse sind folgende Hinweisschilder (Vorder- und Rückseite) angebracht:

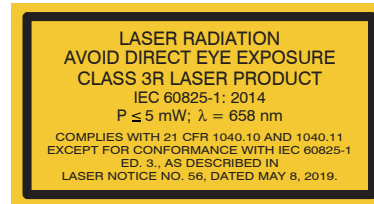


Abb. 3 Laserhinweisschilder am Sensorkabel

Zusätzlich ist über dem Laseraustritt am Sensorgehäuse folgendes Label angebracht:



*Abb. 4 Laserwarnschild am Sensorgehäuse*

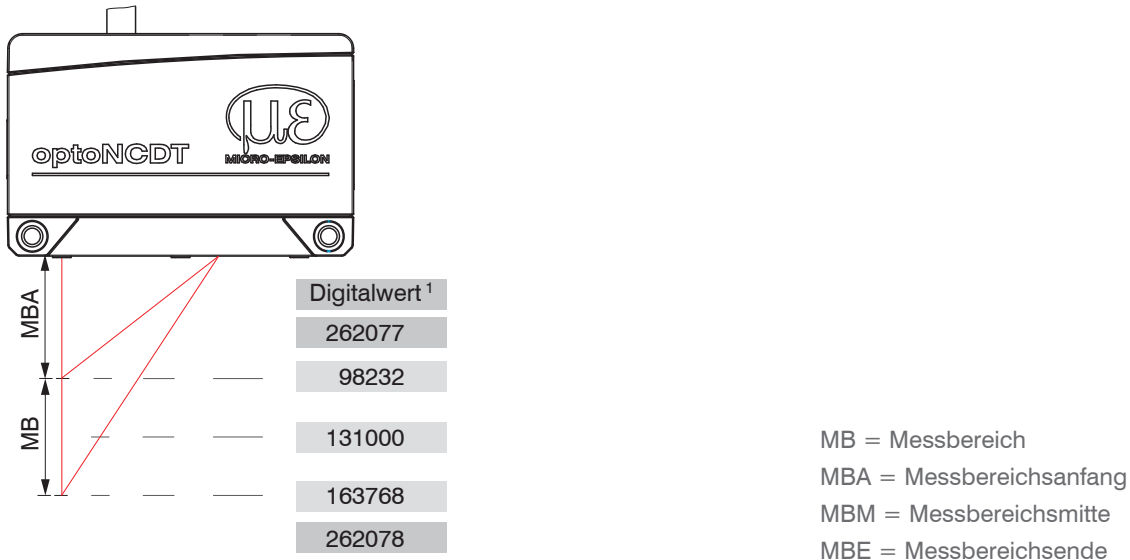
### 3. Funktionsprinzip, Technische Daten

#### 3.1 Kurzbeschreibung

Das optoNCDT 1900 arbeitet nach dem Prinzip der optischen Triangulation, d. h. ein sichtbarer, modulierter Lichtpunkt wird auf die Oberfläche des Messobjektes projiziert.

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 (CMOS) abgebildet.

Ein Signalprozessor im Sensor berechnet aus dem Ausgangssignal des CMOS-Elements den Abstand des Lichtpunktes auf dem Messobjekt zum Sensor. Der Abstandswert wird linearisiert und über die EtherCAT-Schnittstelle ausgegeben.



MB = Messbereich  
 MBA = Messbereichsanfang  
 MBM = Messbereichsmitte  
 MBE = Messbereichsende

Abb. 5 Begriffsdefinition

1) Gilt für Abstandswerte ohne Nullsetzung bzw. Masterung.



### **3.2      Advanced Surface Kompensation**

Der optoNCDT 1900 ist mit einer intelligenten Oberflächenregelung ausgestattet. Neue Algorithmen erzeugen stabile Messergebnisse auch auf anspruchsvollen Oberflächen mit wechselnden Reflektionen. Darüber hinaus kompensieren die neuen Algorithmen Umgebungslicht bis zu 50.000 Lux. Der Sensor verfügt daher über die höchste Fremdlichtbeständigkeit in seiner Klasse und ist auch in stark beleuchteten Umgebungen einsetzbar.

### 3.3 Technische Daten

#### 3.3.1 ILD1900-xx

Modell	ILD1900-	2-IE	6-IE	10-IE	25-IE	50-IE	100-IE	200-IE	500-IE
Messbereich	mm	2	6	10	25	50	100	200	500
Messbereichsanfang	mm	15	17	20	25	40	50	60	100
Messbereichsmitte	mm	16	20	25	37,5	65	100	160	350
Messbereichsende	mm	17	23	30	50	90	150	260	600
Messrate <sup>1</sup>		Stufenlos einstellbar zwischen 0,25 ... 10 kHz 7-stufig einstellbar: 10 kHz / 8 kHz / 4 kHz / 2 kHz / 1,0 kHz / 500 Hz / 250 Hz							
Linearität	$\mu\text{m}$	$\leq \pm 1$	$\leq \pm 1,8$	$\leq \pm 2$	$\leq \pm 5$	$\leq \pm 10$	$\leq \pm 30$	$\leq \pm 100$	$\leq \pm 400$
	% d.M.	$\leq \pm 0,05$	$\leq \pm 0,03$	$\leq \pm 0,02$			$\leq \pm 0,03$	$\leq \pm 0,05$	$\leq \pm 0,08$
Reproduzierbarkeit <sup>2</sup>	$\mu\text{m}$	< 0,1	$\leq 0,25$	< 0,4	< 0,8	< 1,6	< 4	< 8	< 20 ... 40
Temperaturstabilität <sup>3</sup>	% FSO/K	$\pm 0,005$							
Lichtpunktdurchmesser ( $\pm 10\%$ ) <sup>4</sup>	MBA in $\mu\text{m}$	60 x 75	85 x 105	115 x 150	200 x 265	220 x 300	310 x 460	950 x 1200	950 x 1200
	MBM in $\mu\text{m}$	55 x 65	57 x 60	60 x 65	70 x 75	95 x 110	140 x 170		
	MBE in $\mu\text{m}$	65 x 75	105 x 120	120 x 140	220 x 260	260 x 300	380 x 410		
	kleinster Durchmesser	55 x 65 $\mu\text{m}$ bei 16 mm	57 x 60 bei 20 mm	60 x 65 $\mu\text{m}$ bei 25 mm	65 x 70 $\mu\text{m}$ bei 35 mm	85 x 90 $\mu\text{m}$ bei 55 mm	120 x 125 bei 75 mm	-	-
Lichtquelle		Halbleiterlaser < 1 mW, 670 nm (rot) bei Laserklasse 2 Halbleiterlaser $\leq 5$ mW, 658 nm (rot) bei Laserklasse 3R							
Laserklasse		Klasse 2 nach DIN EN 60825-1: 2015-07 optional Klasse 3R nach DIN EN 60825-1: 2015-07							
Zulässiges Fremdlicht		50.000 lx					30.000 lx	10.000 lx	
Versorgungsspannung		11 ... 30 V DC oder PoE, externe Versorgung hat Vorrang vor PoE							
Leistungsaufnahme		< 3 W (24 V)							

Modell	ILD1900-	2-IE	6-IE	10-IE	25-IE	50-IE	100-IE	200-IE	500-IE
Signaleingang	Laser on/off								
Digitale Schnittstelle	EtherCAT								
Anschluss	integriertes Pigtail 0,3 m mit 12-pol. M12-Stecker; optional Verlängerung auf 3 m / 6 m / 9 m / 15 m möglich (passende Anschlusskabel siehe Zubehör)								
Temperaturbereich	Lagerung	-20 ... +70 °C (nicht kondensierend)							
	Betrieb	0 ... +50 °C (nicht kondensierend)							
Schock (DIN-EN 60068-2-27)	15 g / 6 ms								
Vibration (DIN-EN 60068-2-6)	30 g / 20 ... 500 Hz								
Schutzart (DIN-EN 60529)	IP67								
Material	Aluminiumgehäuse								
Gewicht	ca. 185 g (inkl. Pigtail)								
Bedien- und Anzeigeelemente	Select-Taste: Werkseinstellung, Wechsel der Betriebsart; Webinterface für Setup <sup>5</sup> : Applikationsspezifische Presets, Peakauswahl, Videosignal, frei wählbare Mittelungen, Datenreduktion, Setupverwaltung; 1 x Farb-LED für Power / Status / EtherCAT								

d.M. = des Messbereichs

MBA = Messbereichsanfang, MBM = Messbereichsmittle, MBE = Messbereichsende

Angaben gültig für weiße, diffus reflektierende Oberflächen (Micro-Epsilon Referenz-Keramik für IL-D-Sensoren)

1) Werkseinstellung: Messrate 4 kHz, Median 9;

2) Typischer Wert bei Messung mit 4 kHz und Median 9

3) In Messbereichsmittle; der spezifizierete Wert wird nur durch Montage auf eine metallische Sensorhalterung erreicht. Ein guter Wärmeabfluss vom Sensor zur Halterung muss gewährleistet sein.

4) Lichtpunktdurchmesser mit punktförmigen Laser mit Gaußfit (volle 1/e<sup>2</sup>-Breite) bestimmt;  
bei ILD1900-2: mit emulierter 90/10 Knife-Edge-Methode bestimmt

5) Anschluss an PC über Netzkabel und Sensor im Ethernet-Setup-Mode

## 3.3.2 ILD1900-xxLL

Modell	ILD1900-	2LL-IE	6LL-IE	10LL-IE	25LL-IE	50LL-IE
Messbereich		2 mm	6 mm	10 mm	25 mm	50 mm
Messbereichsanfang		15 mm	17 mm	20 mm	25 mm	40 mm
Messbereichsmitte		16 mm	20 mm	25 mm	37,5 mm	65 mm
Messbereichsende		17 mm	23 mm	30 mm	50 mm	90 mm
Messrate <sup>1</sup>	Stufenlos einstellbar zwischen 0,25 ... 10 kHz; 7-stufig einstellbar: 10 kHz / 8 kHz / 4 kHz / 2 kHz / 1,0 kHz / 500 Hz / 250 Hz					
Linearität		< ±1 µm	< ±1,2 µm	< ±2 µm	< ±5 µm	< ±10 µm
		< ± 0,05 % d.M.	< ± 0,02 % d.M.	< ± 0,02 % d.M.	< ± 0,02 % d.M.	< ± 0,02 % d.M.
Reproduzierbarkeit <sup>2</sup>		< 0,1 µm	< 0,25 µm	< 0,4 µm	< 0,8 µm	< 1,6 µm
Temperaturstabilität <sup>3</sup>	±0,005 % d.M. / K					
Lichtpunkt- durchmesser (± 10 %) <sup>4</sup>	MBA	55 x 480 µm	100 x 600 µm	125 x 730 µm	210 x 950 µm	235 x 1280 µm
	MBM	40 x 460 µm	50 x 565 µm	55 x 690 µm	80 x 970 µm	125 x 1500 µm
	MBE	55 x 440 µm	100 x 525 µm	125 x 660 µm	220 x 1000 µm	325 x 1470 µm
	kleinster Durch- messer	40 x 460 µm bei 16 mm	50 x 565 µm bei 20 mm	55 x 690 µm bei 25 mm	80 x 970 µm bei 37,5 mm	115 x 1450 µm bei 59 mm
Lichtquelle	Halbleiterlaser < 1 mW, 670 nm (rot) bei Laserklasse 2 Halbleiterlaser ≤ 5 mW, 658 nm (rot) bei Laserklasse 3R					
Laserklasse	Klasse 2 nach DIN EN 60825-1: 2015-07 optional Klasse 3R nach DIN EN 60825-1: 2015-07					
Zulässiges Fremdlicht	50.000 lx					
Versorgungsspannung	11 ... 30 VDC oder PoE, externe Versorgung hat Vorrang vor PoE					
Leistungsaufnahme	< 3 W (24 V)					

<b>Modell</b>	<b>ILD1900-</b>	<b>2LL-IE</b>	<b>6LL-IE</b>	<b>10LL-IE</b>	<b>25LL-IE</b>	<b>50LL-IE</b>
Signaleingang	Laser on/off					
Digitale Schnittstelle	EtherCAT					
Anschluss	integriertes Pigtail 0,3 m mit 12-pol. M12-Stecker; optional Verlängerung auf 3 m / 6 m / 9 m / 15 m möglich (passende Anschlusskabel siehe Zubehör)					
Temperaturbereich	Lagerung	-20 ... +70 °C, nicht kondensierend				
	Betrieb	0 ... +50 °C, nicht kondensierend				
Schock (DIN-EN 60068-2-27)	15 g / 6 ms in 3 Achsen					
Vibration (DIN-EN 60068-2-6)	30 g / 20 ... 500 Hz					
Schutzart (DIN-EN 60529)	IP67					
Material	Aluminiumgehäuse					
Gewicht	ca. 185 g (inkl. Pigtail)					
Bedien- und Anzeigeelemente	Select-Taste: Werkseinstellung, Wechsel der Betriebsart; Webinterface für Setup <sup>5</sup> : Applikationsspezifische Presets, Peakauswahl, Videosignal, frei wählbare Mittelungen, Datenreduktion, Setupverwaltung; 1 x Farb-LED für Power / Status / EtherCAT					

d.M. = des Messbereichs

MBA = Messbereichsanfang, MBM = Messbereichsmitte, MBE = Messbereichsende

Angaben gültig für weiße, diffus reflektierende Oberflächen (Micro-Epsilon Referenz-Keramik für ILD-Sensoren)

1) Werkseinstellung: Messrate 4 kHz, Median 9

2) Typischer Wert bei Messung mit 4 kHz und Median 9

3) In Messbereichsmitte; der spezifizierte Wert wird nur durch Montage auf eine metallische Sensorhalterung erreicht. Ein guter Wärmeabfluss vom Sensor zur Halterung muss gewährleistet sein.

4) Lichtpunktdurchmesser mit linienförmigen Laser mit emulierter 90/10 Knife-Edge-Methode bestimmt

5) Anschluss an PC über Netzwerkkabel und Sensor im Ethernet-Setup-Mode

## 4. Lieferung

### 4.1 Lieferumfang

- 1 Sensor ILD1900-x-IE
- 1 Montageanleitung
- 1 Kalibrierprotokoll
- Zubehör (2 Stück Zentrierhülse, 2 Stück M3 x 40)

- ➡ Nehmen Sie die Teile des Messsystems vorsichtig aus der Verpackung und transportieren Sie sie so weiter, dass keine Beschädigungen auftreten können.
- ➡ Prüfen Sie die Lieferung nach dem Auspacken sofort auf Vollständigkeit und Transportschäden.
- ➡ Wenden Sie sich bitte bei Schäden oder Unvollständigkeit sofort an den Hersteller oder Lieferanten.

Optionales Zubehör finden Sie im Anhang, siehe Kap. [A 1](#).

### 4.2 Lagerung

Temperaturbereich Lager: -20 ... +70 °C

Luftfeuchtigkeit: 5 - 95 % (nicht kondensierend)

## 5. Montage

### 5.1 Hinweise für den Betrieb

#### 5.1.1 Reflexionsgrad der Messoberfläche

Prinzipiell wertet der Sensor den diffusen Anteil der Reflexionen des Laserlichtpunktes aus.

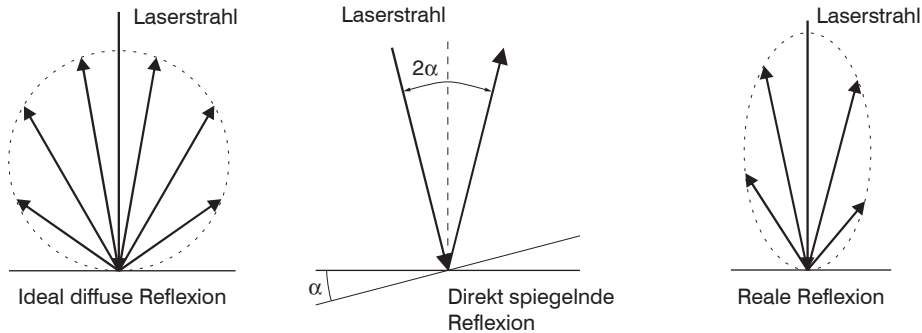


Abb. 6 Reflexionsgrad der Messoberfläche

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 CMOS-Signal in Echtzeit und anschließender Regelung, siehe Kap. 3.2. Für dunkle oder glänzende Messobjekte, wie zum Beispiel schwarzer Gummi, kann aber eine längere Belichtungszeit erforderlich sein. Die maximale Belichtungszeit ist an die Messrate gekoppelt und kann nur durch ein Herabsetzen der Messrate des Sensors erhöht werden.

## 5.1.2 Fehlereinflüsse

### 5.1.2.1 Fremdlicht

Die Sensoren der Reihe optoNCDT 1900 besitzen durch ihr eingebautes optisches Interferenzfilter eine sehr gute Fremdlichtunterdrückung. Bei glänzenden Messobjekten und bei herabgesetzter Messrate kann es jedoch zu Störungen durch Fremdlicht kommen. In diesen Fällen empfiehlt sich das Anbringen von Abschirmungen gegen das Fremdlicht oder Einschalten der Funktion *Hintergrundausbblendung*. Das gilt im Besonderen beim Messen in der Nähe von Schweißeinrichtungen.

### 5.1.2.2 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.

### 5.1.2.3 Temperatureinflüsse

Bei Inbetriebnahme ist eine Einlaufzeit von mindestens 20 Minuten erforderlich, um eine gleichmäßige Wärmeverteilung 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.

### 5.1.2.4 Mechanische Schwingungen

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

### 5.1.2.5 Bewegungsunschärfen

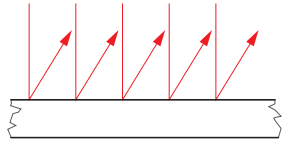
Bei schnell bewegten Messobjekten und niedriger Messrate kann es auch zu Bewegungsunschärfen (Verwischen) kommen. Deshalb ist bei schnellen Vorgängen eine hohe Messrate zu wählen, um Fehler zu vermeiden.



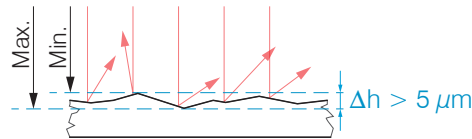
### 5.1.2.6 Oberflächenrauigkeiten

Laseroptische Sensoren tasten die Oberfläche mit Hilfe eines sehr kleinen Laserspots ab. Sie folgen damit auch kleinen Unebenheiten in der Oberfläche. Eine berührende, mechanische Messung, z. B. mit einer Schieblehre, erfasst dagegen einen viel größeren Bereich des Messobjekts. Oberflächenrauigkeiten in der Größenordnung  $5\ \mu\text{m}$  und darüber, führen bei traversierenden Messungen zu einer scheinbaren Abstandsänderung.

Eine geeignete Wahl der Mittelungszahl kann die Vergleichbarkeit der optischen und mechanischen Messung verbessern.



Keramische Referenzoberfläche



Oberfläche, strukturiert

Empfehlung zur Parameterwahl:

- Wählen Sie die Mittelungszahl so, dass ein vergleichbar großes Oberflächenstück wie bei der mechanischen Messung gemittelt wird.

### 5.1.2.7 Winkeleinflüsse

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

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

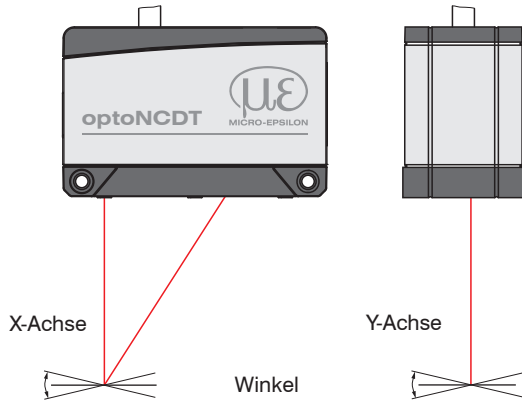
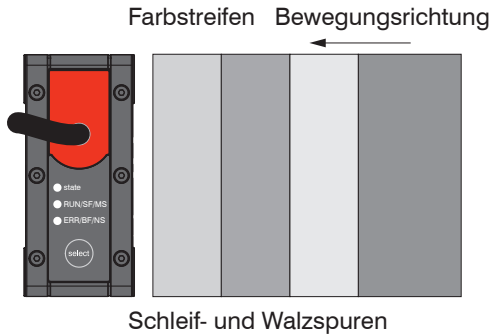


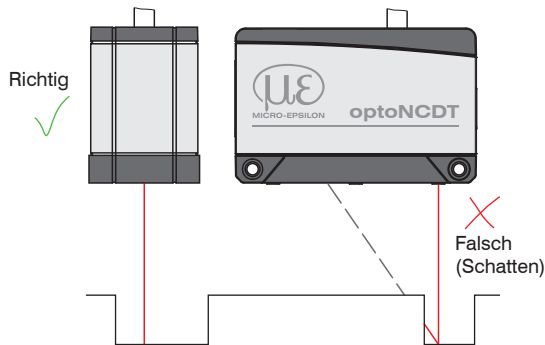
Abb. 7 Messfehler durch Verkippung bei diffuser Reflexion

### 5.1.3 Optimierung der Messgenauigkeit



Bei gewalzten oder geschliffenen Metallen, die am Sensor vorbeibewegt werden, ist die Sensorebene in Richtung Walz- bzw. Schleifspuren anzuordnen. Die gleiche Anordnung ist bei Farbstreifen zu wählen.

Abb. 8 Sensoranordnung für geschliffene oder gestreifte Oberflächen



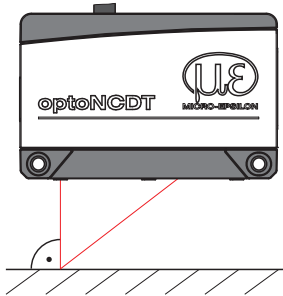
Bei Bohrungen, Sacklöchern und Kanten in der Oberfläche von bewegten Teilen ist der Sensor so anzuordnen, dass die Kante nicht den Laserpunkt verdeckt.

Abb. 9 Sensoranordnung bei Bohrungen und Kanten

## 5.2 Mechanische Befestigung, Maßzeichnung

### 5.2.1 Allgemein

Der Sensor optoNCDT 1900 ist ein optisches System, mit dem im  $\mu\text{m}$ -Bereich gemessen wird. Trifft der Laserstrahl nicht senkrecht auf die Objektoberfläche auf, sind Messunsicherheiten nicht auszuschließen.



**i** Achten Sie bei der Montage und im Betrieb auf eine sorgsame Behandlung des Sensors. Befestigen Sie den Sensor ausschließlich an den vorhandenen Durchgangsbohrungen auf einer ebenen Fläche. Klemmungen jeglicher Art sind nicht gestattet. Überschreiten Sie nicht die Drehmomente.

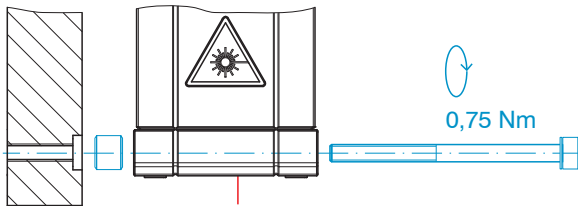
Die Auflageflächen rings um die Durchgangsbohrungen (Befestigungsbohrungen) sind leicht erhöht.

Abb. 10 Sensormontage bei diffuser Reflexion

### 5.2.2 Befestigung

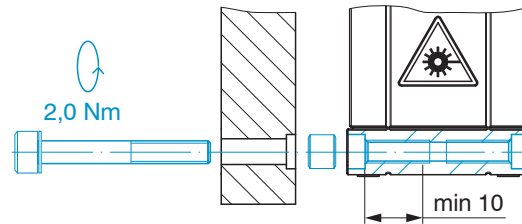
Je nach Einbaulage empfiehlt sich die Festlegung der Lage des Sensors durch Zentrierelemente und Passbohrungen. Die Zylinder-senkung  $\varnothing 6 \text{ H7}$  ist für die lagesichernden Zentrierelemente vorgesehen. Dadurch kann der Sensor reproduzierbar und austauschbar montiert werden.

#### Durchsteckverschraubung



M3 x 40; ISO 4762, A2-70

#### Direktverschraubung



M4; ISO 4762, A2-70  
Einschraubtiefe min. 10 mm

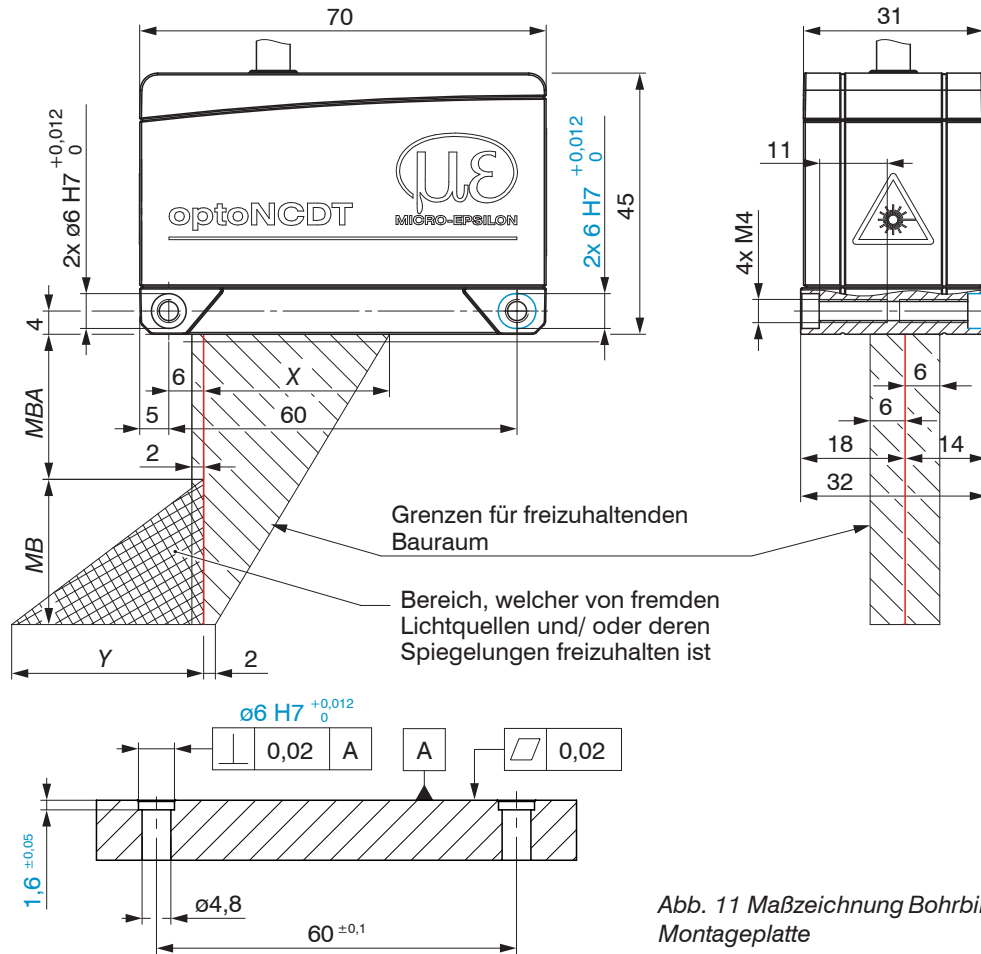


Abb. 11 Maßzeichnung Bohrbild Montageplatte

**i** Befestigen Sie den Sensor ausschließlich an den vorhandenen Durchgangsbohrungen auf einer ebenen Fläche oder verschrauben Sie ihn direkt. Klemmungen jeglicher Art sind nicht gestattet.

MB	MBA	X	Y
2/2LL	15	23	3
6/6LL	17	27	9
10/10LL	20	33	14
25/25LL	25	33	33
50/50LL	40	36	45
100	50	37	75
200	60	39	130
500	100	43	215

Maße in mm

MB = Messbereich

MBA = Messbereichsanfang

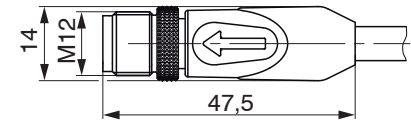
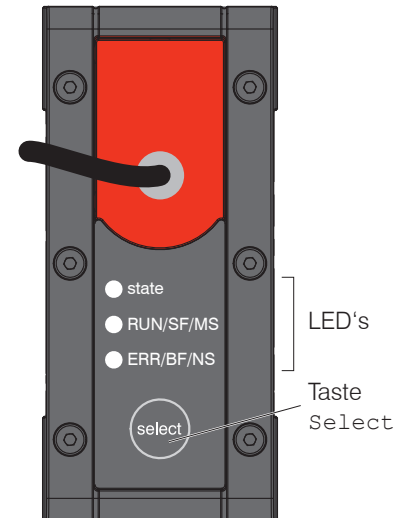


Abb. 12 Maßzeichnung Stecker Sensorkabel

### 5.3 Bedien- und Anzeigeelemente

LED State	Bedeutung
grün	Messobjekt im Messbereich
gelb	Messobjekt in Messbereichsmittle
rot	kein Abstandswert verfügbar, z.B. Messobjekt außerhalb des Messbereichs, zu niedrige Reflexion
gelb blinkend, 1 Hz	Bootloader
gelb blinkend, 8 Hz	Installation aktiv
gelb (kurz), rot, gelb, grün, aus, wechselnd	Ethernet-Setup-Mode
aus	Laser abgeschaltet
LED RUN/SF/MS	Bedeutung
	Entsprechend EtherCAT-Betrieb
LED ERR/BF/NS	Bedeutung
	Entsprechend EtherCAT-Betrieb
Taste Select	Bedeutung
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wechsel der Betriebsart</li> <li>- Zurücksetzen auf Werkseinstellung</li> </ul>



## 5.4 Elektrische Anschlüsse

### 5.4.1 Anschluss RJ45, PoE

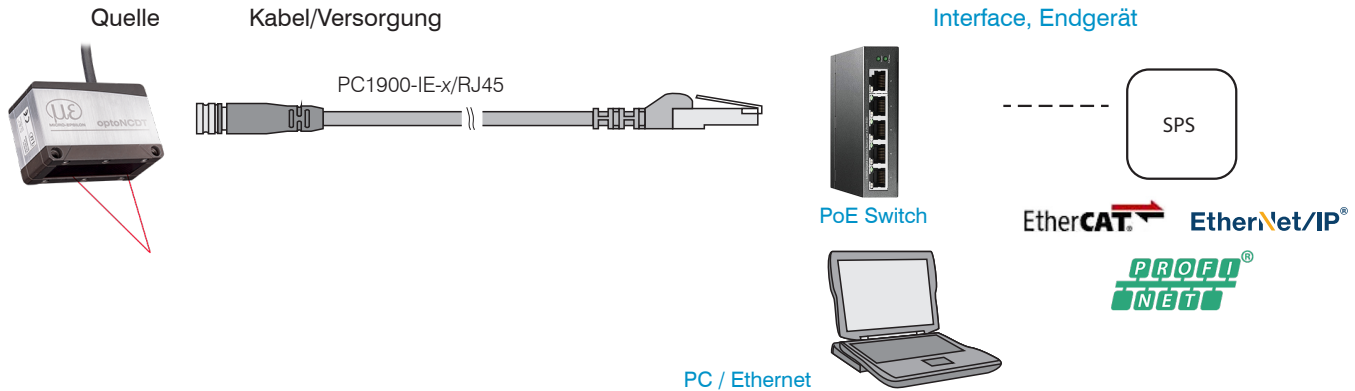


Abb. 13 Anschlussbeispiel am ILD1900-IE, Laser On/Off über Software

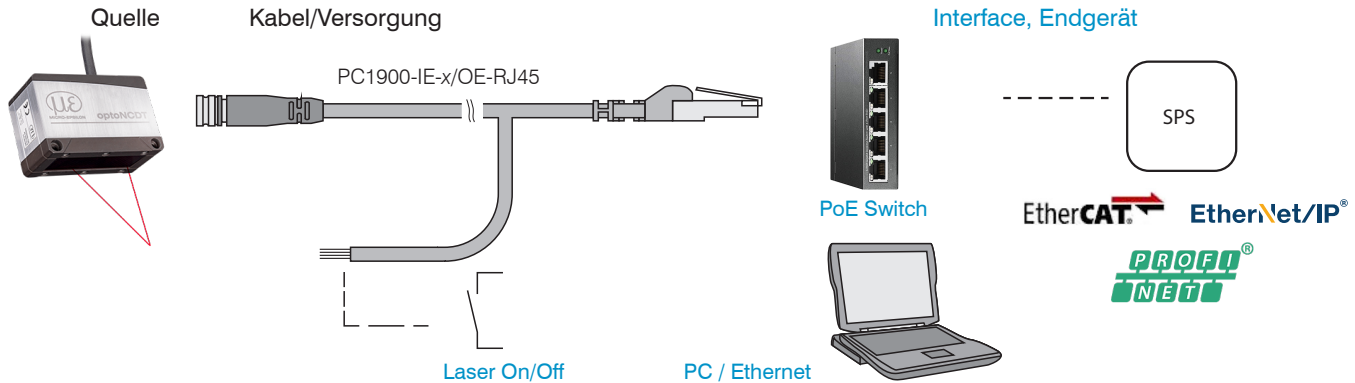


Abb. 14 Anschlussbeispiel am ILD1900-IE, Laser On/Off über Hardware  
optoNCDDT 1900 / EtherCAT

### 5.4.2 Anschluss RJ45

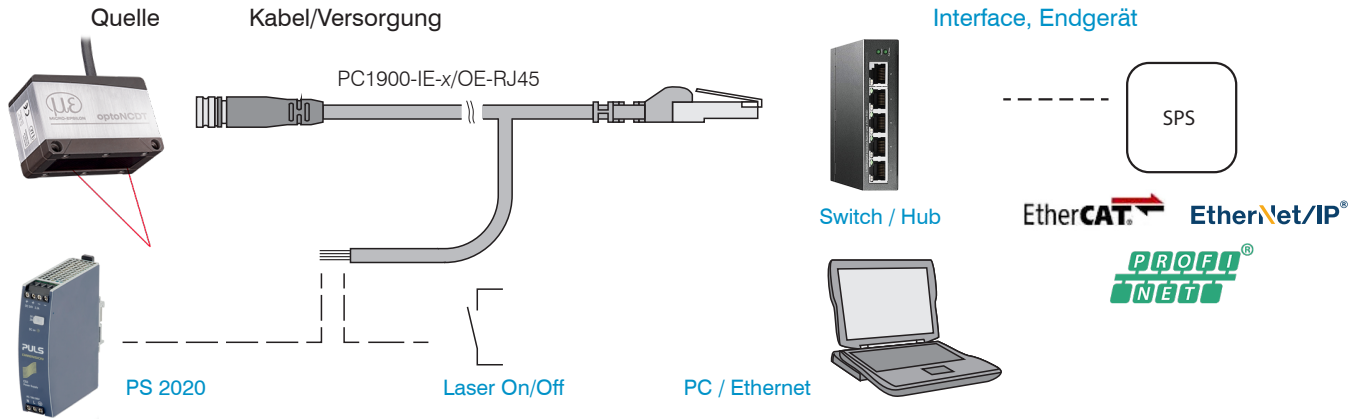


Abb. 15 Anschlussbeispiel am ILD1900-IE, Versorgung über optionales Netzteil, Laser On/Off über Hardware

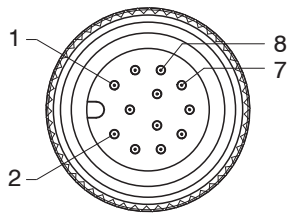


### 5.4.3 Anschlussbelegung

Signal	Adernfarbe PC1900-IE-x/OE-RJ45	Bemerkung	
$V_+$	Rot	Spannungsversorgung	11 ... 30 VDC, typ. 24 VDC
GND	Blau	Bezugsmasse	
Laser on/off +	Schwarz	Schalteingang	Laser im Sensor aktiv, wenn beide Pins miteinander verbunden sind.
Laser on/off -	Violett		

Abb. 16 Anschlüsse offene Enden, PC1900-IE-x/OE-RJ45

Signal	Pin	Bemerkung	
$V_+$	1	Spannungsversorgung	11 ... 30 VDC, typ. 24 VDC
GND	2	Bezugsmasse	
Laser on/off +	7	Schalteingänge	
Laser on/off -	8		

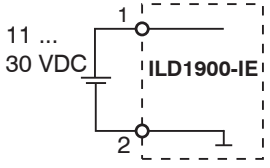


12-pol. Steckverbinder, M12,  
Stiftseite Kabelstecker Pigtail

Abb. 17 Anschlüsse Pigtail am Sensor

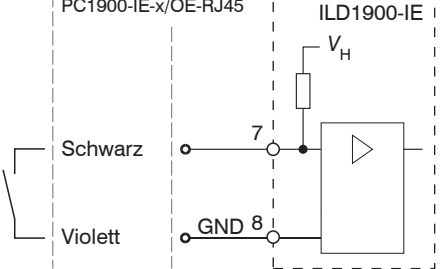
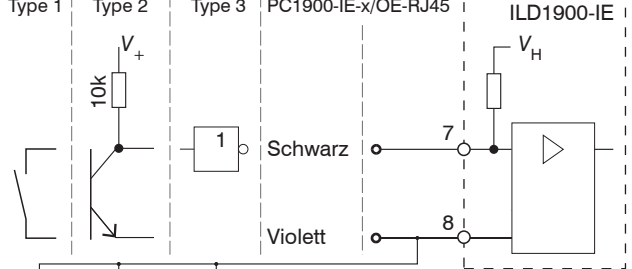
#### 5.4.4 Versorgungsspannung

Nennwert: 24 V DC (11 ... 30 V,  $P < 3$  W).

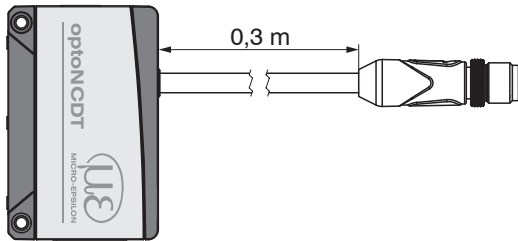
EtherCAT mit PoE	EtherCAT ohne PoE												
<p>Die Versorgung des Sensors erfolgt über einen PoE-fähigen Switch. Eine Phantomspannung (PoE) ist mit den Kabeln</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PC1900-IE-x/RJ45 oder</li> <li>- PC1900-IE-x/OE-RJ45</li> </ul> <p>möglich.</p>	Die Versorgung des Sensors erfolgt über das Kabel PC1900-IE-x/OE-RJ45												
	 <p>11 ... 30 VDC</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>ILD1900-IE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensor Pin</th> <th>PC1900-IE-x/OE-RJ45 Farbe</th> <th>Versorgung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Rot</td> <td><math>V_+</math></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Blau</td> <td>GND</td> </tr> </tbody> </table>	Sensor Pin	PC1900-IE-x/OE-RJ45 Farbe	Versorgung	1	Rot	$V_+$	2	Blau	GND		
	Sensor Pin	PC1900-IE-x/OE-RJ45 Farbe	Versorgung										
1	Rot	$V_+$											
2	Blau	GND											
			<p>Alternativ zu PoE ist eine Versorgung des Sensors mit dem optionalen Netzteil PS2020 möglich, siehe <a href="#">Abb. 15</a>.</p> <p>Spannungsversorgung nur für Messgeräte, nicht gleichzeitig für Antriebe oder ähnliche Impulsstörquellen verwenden. MICRO-EPSILON empfiehlt die Verwendung des optional erhältlichen Netzteils PS2020 für den Sensor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➡ Schalten Sie das Netzteil erst nach Fertigstellung der Verdrahtung ein.</li> <li>➡ Verbinden Sie die Eingänge Pin 1 und Pin 2 am Sensor mit einer 24 V-Spannungsversorgung.</li> </ul>										

### 5.4.5 Laser einschalten

Der Messlaser am Sensor wird über einen Softwarebefehl oder einem Schalteingang eingeschaltet. Dies ist von Vorteil, um den Sensor für Wartungszwecke oder Ähnliches abschalten zu können. Reaktionszeit: Nachdem der Laser eingeschaltet wurde, braucht der Sensor, abhängig von der Messrate, fünf Zyklen Zeit, bis korrekte Messdaten gesendet werden.

<p><b>Laser on/off über Software, Versorgung mit PoE</b></p> <p>Der Messlaser am Sensor wird über einen Softwarebefehl aktiviert.</p>	<p><b>Laser on/off über Hardware, Versorgung mit PoE</b></p> <p>Der Messlaser am Sensor wird über einen Schalter o. ä. aktiviert.</p>	<p><b>Laser on/off über Hardware, Versorgung ohne PoE</b></p> <p>Zum Schalten eignen sich z. B. ein Schalttransistor mit offenem Kollektor (zum Beispiel in einem Optokoppler), ein Relaiskontakt oder auch ein digitales TTL- bzw. HTL-Signal.</p>
<p>Eine Aktivierung ist mit dem Kabel PC1900-IE-x/RJ45 möglich.</p>	<p>Eine Aktivierung ist mit dem Kabel PC1900-IE-x/OE-RJ45 möglich.</p>	<p>Eine Aktivierung ist mit dem Kabel PC1900-IE-x/OE-RJ45 möglich.</p>
		 <p>Eingänge sind nicht galvanisch getrennt                  24V-Logik (HTL): Low <math>\leq 3</math> V; High <math>\geq 8</math> V (max 30 V),                  Interner Pull-up-Widerstand, ein offener Eingang wird als High erkannt. Maximale Schaltfrequenz 10 Hz                  Die Masse der Logikschaltung muss mit „Laser on/off -“ galvanisch verbunden sein.</p> <p>Es ist kein externer Widerstand zur Strombegrenzung erforderlich. Für permanent „Laser on“ sind die Adern Schwarz und Violett zu verbinden.</p>

### 5.4.6 Steckverbindung, Versorgungs- und Ausgangskabel



ILD1900-IE mit Pigtail

➡ Unterschreiten Sie nicht den Biegeradius für das Sensorkabel von 30 mm (fest verlegt) bzw. 75 mm (dauerflexibel).

i Das fest angeschlossene Sensorkabel ist schleppkettentauglich.

i Unbenutzte offene Kabelenden müssen zum Schutz vor Kurzschlüssen oder Fehlfunktionen des Sensors isoliert werden.

MICRO-EPSILON empfiehlt die Verwendung der schleppkettenfähigen Standard-Anschlusskabel PC1900-IE aus dem optionalem Zubehör, siehe Kap. A 1.

➡ Befestigen Sie die Steckverbindung von Kabelstecker und -buchse, wenn Sie ein schleppkettentaugliches Sensorkabel PC1900-IE verwenden.

➡ Vermeiden Sie übermäßigen Zug auf die Kabel. Sehen Sie Zugentlastungen in der Nähe der Steckverbindung bei senkrecht frei hängenden Kabeln ab 5 m Länge vor.

➡ Verdrehen Sie eine gesteckte Verbindung nicht gegeneinander.

➡ Verbinden Sie den Kabelschirm mit dem Potentialausgleich (PE, Schutzleiter) am Auswertegerät (Schaltschrank, PC-Gehäuse) und vermeiden Sie Masseschleifen.

➡ Verlegen Sie Signalleitungen nicht neben oder zusammen mit Netzleitungen oder impulsbelasteten Leitungen (z.B. für Antriebe und Magnetventile) in einem Bündel oder Kabelkanal, sondern verwenden Sie separate Kabelkanäle.

## 6. Betrieb

### 6.1 Herstellung der Betriebsbereitschaft

- ▶ Montieren Sie das optoNCDT 1900 entsprechend den Montagevorschriften, siehe Kap. 5.
- ▶ Verbinden Sie den Sensor mit nachfolgenden Anzeige- oder Überwachungseinheiten und der Spannungsversorgung, falls kein PoE verwendet wird.

Die Laserdiode im Sensor wird nur aktiviert, wenn

- ein Softwarebefehl oder
- bei Verwendung des Kabels PC1900-IE-x/OE-RJ45 die Adern schwarz und violett miteinander verbunden sind, siehe Kap. 5.4.5.

Nach dem Einschalten der Spannungsversorgung durchläuft der Sensor eine Initialisierungssequenz. Bereits innerhalb der ersten Sekunde kann eine Verbindung zum Sensor aufgebaut und das Messen begonnen werden.

Während der ersten drei Sekunden wird eine interne Funktionsprüfung im Sensor durch die LED Status angezeigt. Diese leuchtet aufeinanderfolgend in den Farben rot, gelb und grün auf.

Die Initialisierung dauert maximal 3 Sekunden, innerhalb dieser Zeit wird nur das Kommando Reset bzw. Bootloader über die Taste `Select` ausgeführt.

Der Sensor benötigt für reproduzierbare Messungen eine Einlaufzeit von typisch 20 min.

Ist die LED `State` aus, dann ist die Laserlichtquelle abgeschaltet.

Sind alle LED's aus, fehlt die Versorgungsspannung.

## 6.2 Bedienung mittels Webinterface, Ethernet

### 6.2.1 Allgemein

Die Sensoren starten mit der zuletzt gespeicherten Betriebsart. Standard ist EtherCAT. Zugriff via Ethernet ist im Ethernet-Setup-Mode möglich. Alternativ kann auch der Ethernet-Datenverkehr über EtherCAT getunnelt werden (EoE).

Im Sensor ist ein Webserver implementiert; das Webinterface stellt u. a. die aktuellen Einstellungen des Sensors dar. Die Bedienung ist nur so lange möglich, wie eine Ethernet-Verbindung zum Sensor besteht.

➡ Wählen Sie aus den zwei nachfolgenden Betriebsarten.

#### Ethernet-Setup-Mode

➡ Wechseln Sie in den Ethernet-Setup-Mode.

Details dazu finden Sie im Abschnitt `Wechsel zwischen EtherCAT und Ethernet-Setup-Mode`, siehe [Kap. A 3](#).

Die Standard-IP-Adresse lautet 169.254.168.150. Hinweis: Als IP-Einstellung der Netzwerkkarte, mit der der Sensor verbunden ist, empfehlen wir eine statische Konfiguration mit 169.254.168.1 als IP-Adresse und der Subnetzmaske 255.255.0.0.

➡ Starten Sie Ihren Webbrowser und tippen Sie die IP-Adresse des Sensors in die Adresszeile.

Neben der Webseite können Sie über Ethernet auch eine neue Firmware über das Firmware-Update-Tool installieren.

#### Ethernet over EtherCAT (EoE)

Parallel zum EtherCAT-Betrieb können Sie den Sensor einstellen.

➡ Aktivieren Sie EoE in ihrer SPS-Software.

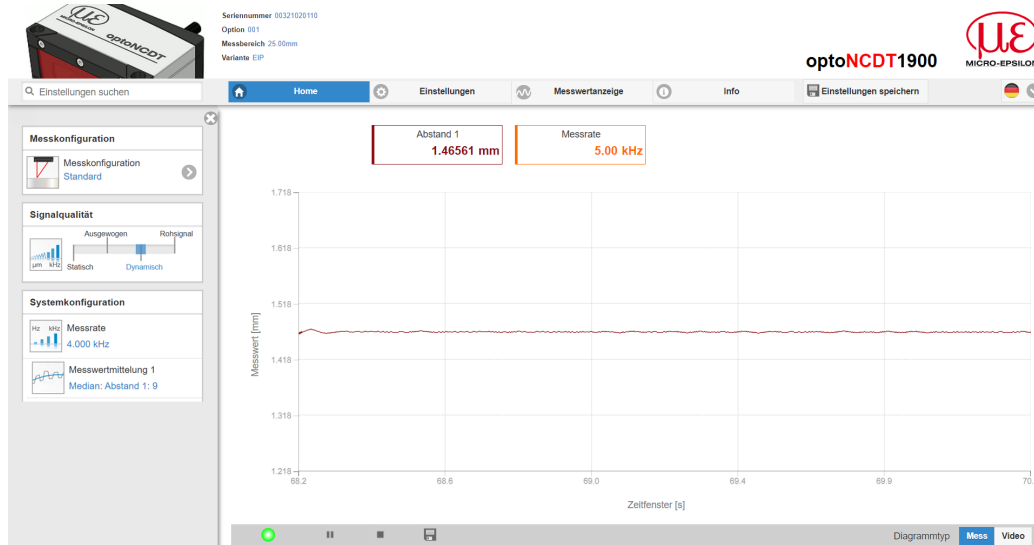
`Virtueller Ethernet Port` ist eine Bezeichnung in Twin-CAT®.

➡ Weisen Sie dem Slave eine MAC-Adresse und eine IP-Adresse zu.

## 6.2.2 Zugriff über Webinterface

► Starten Sie das Webinterface des Sensors, siehe Kap. 6.2.1.

Im Webbrowser erscheinen nun interaktive Webseiten zur Konfiguration des Sensors. Der Sensor ist aktiv und liefert Messwerte. Eine Echtzeitmessung ist mit dem Webinterface nicht gewährleistet. Die laufende Messung kann mit den Funktionsschaltflächen im Diagrammtyp gesteuert werden.



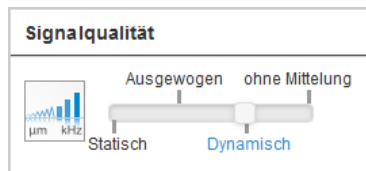
Die horizontale Navigation enthält folgende Funktionen:

- Die Suchfunktion ermöglicht einen zeitsparenden Zugriff auf Funktionen und Parameter.
- Home. Das Webinterface startet automatisch in dieser Ansicht mit Messchart, Konfiguration und Signalqualität.
- Messkonfiguration. Ermöglicht eine Auswahl an vordefinierten Messeinstellungen.
- Einstellungen. Konfiguration Sensorparameter, siehe Kap. 7.
- Messwertanzeige. Messchart oder Einblendung des Videosignals.
- Info. Enthält Informationen zum Sensor, u. a. Messbereich, Seriennummer und Softwarestand.

Abb. 18 Einstiegsseite nach Aufruf des Webinterfaces im Ethernetbetrieb

Zur Konfiguration kann zwischen dem Videosignal und einer Darstellung der Messwerte über die Zeit umgeschaltet werden. Das Aussehen der Webseiten kann sich abhängig von den Funktionen ändern. Dynamische Hilfetexte mit Auszügen aus der Betriebsanleitung unterstützen Sie bei der Konfiguration des Sensors.

**i** Abhängig von der gewählten Messrate und des genutzten PC's kann es zu einer dynamischen Messwertreduktion in der Darstellung kommen. D. h. nicht alle Messwerte werden an das Webinterface zur Darstellung und Speicherung übertragen.



Mittelung	Beschreibung
Ausgewogen Median mit 9 Werten + Gleitend mit 64 Werten	<p>Im Bereich <i>Signalqualität</i> kann zwischen vier vorgegebenen Grundeinstellungen (Statisch, Ausgewogen, Dynamisch und ohne Mittelung) gewechselt werden. Dabei ist die Reaktion im Diagramm und der Systemkonfiguration sofort sichtbar.</p> <p><b>i</b> Startet der Sensor mit einer benutzerdefinierten Mess-einstellung (Setup), siehe Kap. 7.7.3, ist ein Ändern der Signalqualität nicht möglich.</p> <p>Mit der Funktion <i>Signalqualität</i> können die vordefinierten Presets auf die individuelle Messaufgabe präzisiert werden.</p>
Rohsignal, ohne Mittelung	
Statisch Median mit 9 Werten + Gleitend mit 128 Werten	
Dynamisch Median, 9 Werte	

**Systemkonfiguration**

	Messrate Freie Frequenz: 5.000
	Messwertmittelung 1 Median : 9
	Messwertmittelung 2 Inaktiv
	RS422 921,6 kBps: Abstand 1

Der Bereich *Systemkonfiguration* zeigt die aktuellen Einstellungen für Messrate, Messwertmittelung und RS422 in blauer Schrift. Änderungen an den Einstellungen sind durch den Schieber *Signalqualität* oder durch den Reiter *Einstellungen* möglich.

Der Bereich *Diagrammtyp* ermöglicht den Wechsel zwischen der grafischen Darstellung der Messwerte über die Zeit oder des Videosignals.

**i** Nach der Parametrierung sind alle Einstellungen in einem Parametersatz dauerhaft zu speichern, damit sie beim nächsten Einschalten des Sensors wieder zur Verfügung stehen.  
Verwenden Sie dazu die Schaltfläche *Einstellungen speichern*.



### 6.2.3 Auswahl Messaufgabe

Im Sensor sind gängige Messkonfigurationen (Presets) für verschiedene Messobjektoberflächen und -eigenschaften gespeichert. Diese erlauben einen schnellen Start in die individuelle Messaufgabe. Die Auswahl eines Presets passend zur Messobjekt-Oberfläche, bewirkt eine vordefinierte Konfiguration der Einstellungen, die für das gewählte Material die besten Ergebnisse erzielt.



Standard

Keramik, Metall

Wechselnde Oberflächen<sup>1</sup>

Leiterplatten (PCB), Hybrid-Material

Material mit Eindringen<sup>1</sup>Kunststoffe (Teflon, POM),  
Materialien mit starker Eindringtiefe des  
Lasers

1) Verfügbar für die Sensormodelle ILD1900-2/6/10/25/50

## 6.2.4 Messwertdarstellung im Webbrowser

➡ Starten Sie mit dem Reiter **Messwertanzeige** die Messwert-Darstellung.

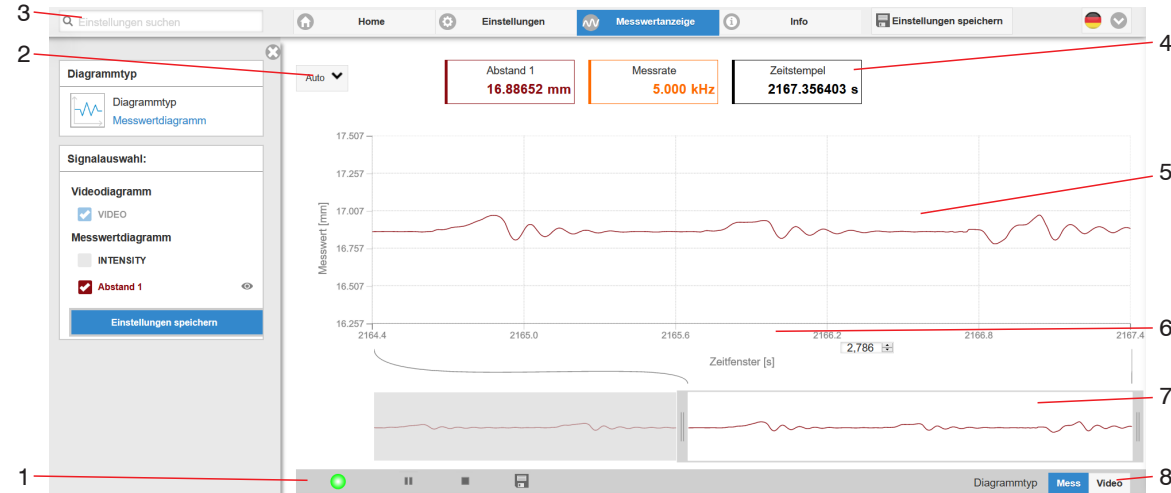


Abb. 19 Webseite Messung (Abstandsmessung)

- Die LED visualisiert den Zustand der Messwertübertragung.
  - grün: Messwertübertragung läuft.
  - gelb: wartet im Triggerzustand auf Daten
  - grau: Messwertübertragung angehalten

Die Steuerung der Datenabfrage erfolgt mit den Schaltflächen **Play/Pause/Stop/Speichern** der übertragenen Messwerte. **Stop** hält das Diagramm an; eine Datenauswahl und die Zoomfunktion sind weiterhin möglich. **Pause** unterbricht die Aufzeichnung. **Speichern** öffnet den Windows-Auswahldialog für Dateiname und Speicherort, um die letzten 10.000 Werte in eine CSV-Datei (Trennung mit Semikolon) zu speichern.

➡ Klicken Sie auf die Schaltfläche ▶ (Start), um die Anzeige der Messergebnisse zu starten.

- 2 Für die Skalierung der Messwertachse (Y-Achse) der Grafik ist `Auto` (= Autoskalierung) oder `Manual` (= manuelle Einstellung) möglich.
- 3 Die Suchfunktion ermöglicht einen zeitsparenden Zugriff auf Funktionen und Parameter.
- 4 In den Textboxen über der Grafik werden die aktuellen Werte für Abstand, Belichtungszeit, aktuelle Messrate, Darstellungsrate und Zeitstempel angezeigt.
- 5 Mouseover-Funktion. Im gestoppten Zustand werden beim Bewegen der Maus über die Grafik Kurvenpunkte mit einem Kreissymbol markiert und die zugehörigen Werte in den Textboxen über der Grafik angezeigt. Die Peakintensität wird ebenfalls aktualisiert.
- 6 Die Skalierung der x-Achse lässt sich mit einem Eingabefeld unter der Zeitachse definieren.
- 7 Skalierung der x-Achse: Bei laufender Messung kann mit dem linken Slider das Gesamtsignal vergrößert (gezoomt) werden. Ist das Diagramm gestoppt, kann auch der rechte Slider verwendet werden. Das Zoomfenster kann auch mit der Maus in der Mitte des Zoomfensters (Pfeilkreuz) verschoben werden.
- 8 Auswahl eines Diagrammtyps: Messwert- oder Videosignaldarstellung.

## 6.2.5 Videosignaldarstellung im Webbrowser

▶ Starten Sie mit der Funktion **Video** im Bereich **Diagrammtyp** die Videosignal-Darstellung.

Das Diagramm im rechten großen Diagrammbereich stellt das Videosignal der Empfängerzeile dar. Das Videosignal im Diagrammbereich zeigt die Intensitätsverteilung über den Pixeln der Empfängerzeile an. Links 0 % (Abstand klein) und rechts 100 % (Abstand groß). Der zugehörige Messwert ist durch eine senkrechte Linie (Peakmarkierung) markiert.

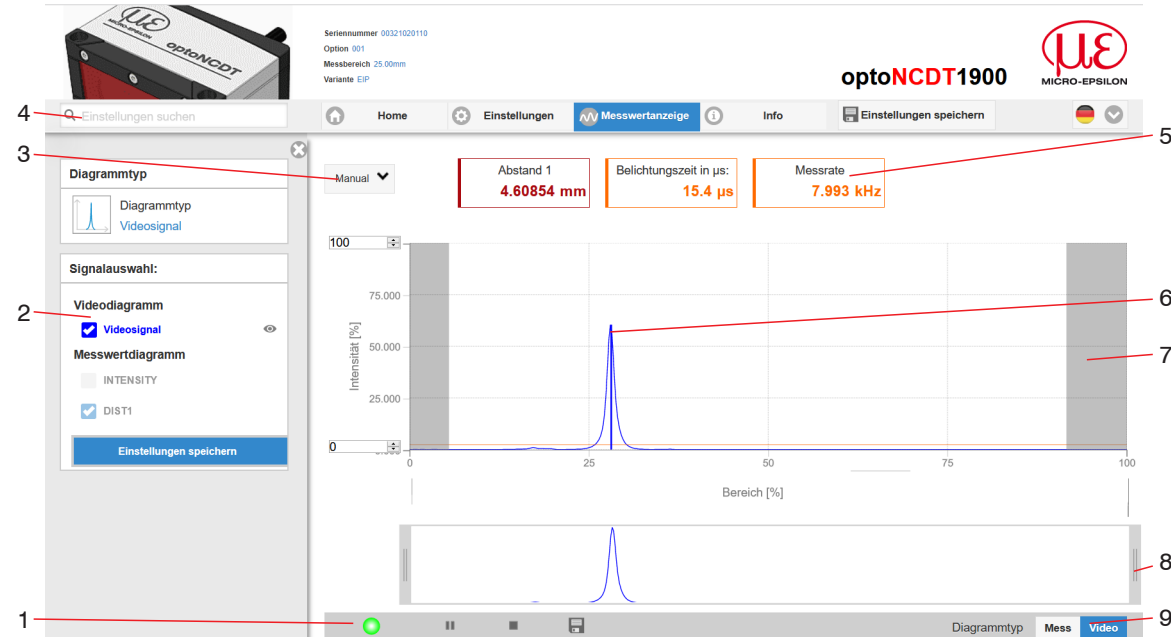


Abb. 20 Webseite Videosignal

1 Die LED visualisiert den Zustand der Messwertübertragung.

- grün: Messwertübertragung läuft.
- gelb: wartet im Triggerzustand auf Daten
- grau: Messwertübertragung angehalten

Die Steuerung der Datenabfrage erfolgt mit den Schaltflächen `Play/Pause/Stop/Speichern` der übertragenen Messwerte. `Stop` hält das Diagramm an; eine Datenauswahl und die Zoomfunktion sind weiterhin möglich. `Speichern` öffnet den Windows-Auswahldialog für Dateiname und Speicherort, um das Videosignal in eine CSV-Datei zu speichern.

➡ Klicken Sie auf die Schaltfläche ▶ (Start), um die Anzeige des Videosignals zu starten.

2 Im linken Fenster können die darzustellenden Videokurven während oder nach der Messung hinzu- oder abgeschaltet werden. Nicht aktive Kurven sind grau unterlegt und können durch einen Klick auf den Haken hinzugefügt werden. Wenn Sie nur ein einzelnes Signal sehen wollen, dann klicken Sie auf dessen Namen.

- Peakmarkierung (senkrechte blaue Linie), entspricht dem berechneten Messwert
- Linearisierter Messbereich (begrenzt durch graue Schraffierung), nicht änderbar
- Maskierter Bereich (begrenzt durch hellblaue Schraffur), änderbar

3 Für die Skalierung der Intensitätsachse (Y-Achse) der Grafik ist `Auto` (= Autoskalierung) oder `Manual` (= manuelle Einstellung) möglich.

4 Die Suchfunktion ermöglicht einen zeitsparenden Zugriff auf Funktionen und Parameter.

•  
I ASCII-Befehle an den Sensor können auch direkt im Suchfeld eingegeben werden.

5 In den Textboxen werden die aktuellen Werte für Abstand, Belichtungszeit, aktuelle Messrate, Darstellungsrate und Zeitstempel angezeigt.

6 Mouseover-Funktion. Im gestoppten Zustand werden beim Bewegen der Maus über die Grafik Kurvenpunkte mit einem Kreis symbol markiert und die zugehörige Intensität angezeigt. Über dem Grafikfeld erscheint die dazugehörige x-Position in %.

7 Der linearisierte Bereich liegt im Diagramm zwischen den grauen Schattierungen und ist nicht veränderbar. Nur Peaks, deren Mitten innerhalb dieses Bereiches liegen, können als Messwert berechnet werden. Der maskierte Bereich kann bei Bedarf eingeschränkt werden und wird dann rechts und links durch eine zusätzliche hellblaue Schattierung begrenzt. Die im resultierenden Bereich verbleibenden Peaks werden für die Auswertung verwendet, siehe Kap. 7.4.4.

- 8 Skalierung der x-Achse: Das oben dargestellte Diagramm kann mit den beiden Slidern rechts und links im unteren Gesamtsignal vergrößert (gezoomt) werden. Mit der Maus in der Mitte des Zoomfensters (Pfeilkreuz) kann dieses auch seitlich verschoben werden.
- 9 Auswahl eines Diagrammtyps: Messwert- oder Videosignaldarstellung.

Mit der Darstellung des Videosignals lassen sich die Wirkung der einstellbaren Messaufgabe (Targetmaterial), Peakauswahl und eventuelle Störsignale durch Reflexionen o. ä. erkennen. Es gibt keinen linearen Zusammenhang zwischen der Lage des Peaks in der Videosignaldarstellung und dem ausgegebenen Messwert.

### 6.3 Parametrierung über EtherCAT

EtherCAT beinhaltet einen Mechanismus zum Parametrieren der EtherCAT-Slaves. Dazu werden `Service Data Objects (SDO)` definiert, die die Parameter zur Konfiguration des Sensors aufnehmen. Details zum Auslesen und Ändern von SDO entnehmen Sie bitte der Beschreibung Ihres EtherCAT-Masters.

Eine Übersicht der zur Verfügung stehenden SDO's finden Sie im Anhang, siehe Kap. [A 5.3.2](#).

### 6.4 Zeitverhalten, Messwertfluss

Der Sensor benötigt zum Messen und Verarbeiten intern fünf Zyklen. Der Messwert N wird im fünften Zyklus an den EtherCAT-Master übertragen.

Messen, Verarbeiten und Übertragen erfolgen parallel, so dass der nächste Messwert (N+1) im darauffolgenden Zyklus übermittelt wird.

## 6.5 Bedienung mit Folientaste

Mit der Taste `Select` können Sie

- die Werkseinstellung oder
- die Bootloader-Funktion starten.

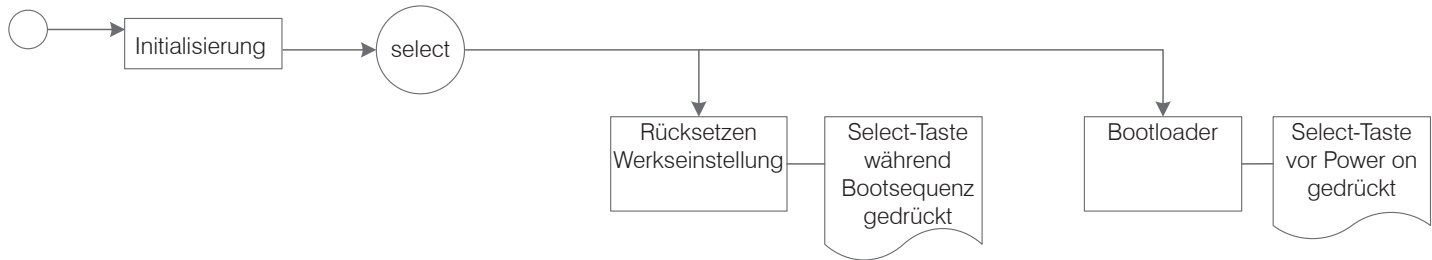


Abb. 21 Ablauf für den Abruf der Werkseinstellung oder Bootloader mit der Taste `Select`

## 7. Sensor-Parameter einstellen

### 7.1 Vorbemerkungen zu den Einstellmöglichkeiten

Sie können das optoNCDT 1900 auf verschiedene Arten parametrieren:

- mittels Webbrowser und das Sensor-Webinterface,
- mittels EtherCAT über die SDO, siehe Kap. [A 5.3.2](#).

**i** Wenn Sie die Parametrierung nicht im Sensor dauerhaft speichern, gehen die Einstellungen nach dem Ausschalten des Sensors wieder verloren. Sofern der EtherCAT-Master es unterstützt, können Werte für die SDO-Objekte im EtherCAT-Master dauerhaft hinterlegt und beim Starten des Systems an den Sensor übertragen werden.

### 7.2 Übersicht Parameter

Nachfolgende Parameter können Sie im optoNCDT 1900 einstellen bzw. ändern, siehe Reiter `Einstellungen`.

Eingänge	Laserleistung
Messwertaufnahme	Messaufgabe, Messrate, Auswertebereich, Belichtungsmodus, Peakauswahl
Signalverarbeitung	Messwertmittelung 1/2, Nullsetzen/Mastern
Systemeinstellungen	Einheit Webinterface, Laden & Speichern, Import & Export, Sensor rücksetzen (Werkseinstellungen)




### 7.3 Eingänge

➡ Wechseln Sie im Reiter `Einstellungen` in das Menü `Eingänge`.

Laserleistung	<i>Voll</i>	<i>Volle Leistung für Standardoberflächen</i>	Die Laserlichtquelle ist nur aktiv, wenn Pin 7 mit PIN 8 verbunden ist, siehe Kap. 5.4.5.
	<i>Medium</i>	<i>Optimierte Leistung für stark reflektierende Oberflächen und kleine Messbereiche</i>	
	<i>Reduziert</i>	<i>Minimale Leistung für Servicezwecke</i>	
	<i>Aus</i>	<i>Laser ist ausgeschaltet</i>	
Synchronisation mit EtherCAT		Sollen mehrere Sensoren taktgleich am gleichen Messobjekt messen, können die Sensoren untereinander synchronisiert werden. Details dazu finden Sie im Abschnitt <code>Distributed Clocks</code> , siehe Kap. A 5.8.2.	

**i** Achten Sie beim Umschalten der Laserleistung auf die Signalintensität. Bestmögliche Ergebnisse erzielen Sie mit einer Signalintensität von 25 ... 50 %.

 Grau hinterlegte Felder erfordern eine Auswahl.

 Wert Dunkel umrandete Felder erfordern die Angabe eines Wertes

## 7.4 Messwertaufnahme

### 7.4.1 Vorbemerkung

► Wechseln Sie im Reiter `Einstellungen` in das Menü `Messwertaufnahme`.

Im rechten Teil der Anzeige erscheint ein Diagramm entsprechend der vorherigen Einstellung im Bereich `Diagrammtyp`. Das Diagramm ist aktiv und sämtliche Einstellungen werden sofort sichtbar. Darunter werden Hinweise zur gewählten Einstellung gegeben.

Im linken Bereich befinden sich die Menüs für den Bereich `Messwertaufnahme`.

### 7.4.2 Messkonfiguration

Details dazu finden Sie in der Bedienung des Webinterfaces, siehe Kap. 6.2.3.

### 7.4.3 Messrate

Die Messrate gibt die Anzahl der Messungen pro Sekunde an.


► Wählen Sie die gewünschte Messrate aus.

Messrate	250 Hz / 500 Hz / 1 kHz / 2 kHz / 4 kHz / 8 kHz / 10 kHz	Verwenden Sie eine hohe Messrate bei hellen und matten Messobjekten. Verwenden Sie eine niedrige Messrate bei dunklen oder glänzenden Messobjekten (z. B. schwarz lackierte Flächen), um das Messergebnis zu verbessern.
	freie Messrate	

Bei einer maximalen Messrate von 10 kHz wird das CMOS-Element 10.000 mal pro Sekunde belichtet. Je niedriger die Messrate, um so länger ist auch die maximale Belichtungszeit.

Ab Werk ist die Messrate auf 4 kHz eingestellt.

 Grau hinterlegte Felder erfordern eine Auswahl.

 Wert Dunkel umrandete Felder erfordern die Angabe eines Wertes

#### 7.4.4 Auswertebereich maskieren, ROI

Die Maskierung begrenzt den Auswertebereich (ROI - Region of interest) für die Abstandsberechnung im Videosignal. Diese Funktion wird verwendet, um z. B. störende Reflexionen oder Fremdlicht zu unterdrücken.

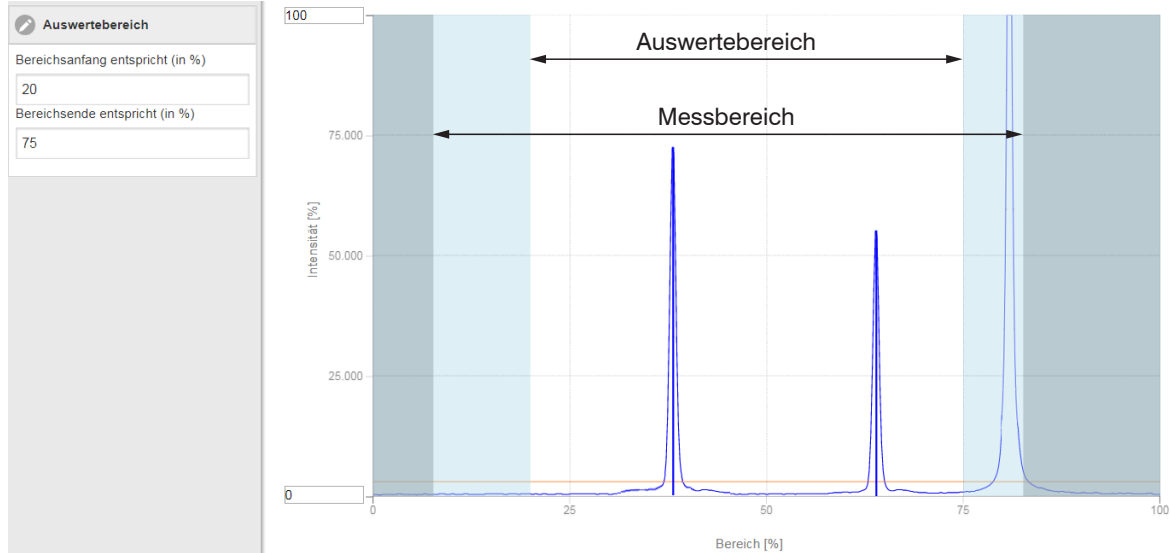
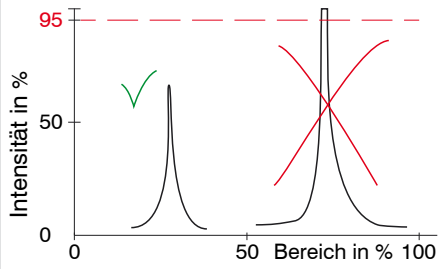


Abb. 22 Hellblaue Bereiche begrenzen den Auswertebereich

Die Belichtungsregelung optimiert die Peaks im Auswertebereich. Somit können kleine Peaks optimal ausgeregelt werden, wenn ein hoher Störpeak außerhalb des Auswertebereiches liegt.

7.4.5 Belichtungsmodus

Belichtungsmodus	Automatikmodus		Standard / Intelligente Regelung / Hintergrundausblendung	 <p>Standard: Der Sensor bestimmt die optimale Belichtungszeit selbst. Der Sensor regelt die Signalintensität auf ca. 50 %.</p> <p>Intelligente Regelung: Dieser intelligente Algorithmus ist insbesondere für Messungen an bewegten Objekten oder bei Materialübergängen vorteilhaft.</p> <p>Hintergrundausblendung: Unterdrückt Störeinflüsse durch Fremdlicht. Dadurch wird die Fremdlichttoleranz des Sensors stark erhöht. Die Ausgaberate des Sensors wird halbiert.</p>
	Manueller Modus	Belichtungszeit in $\mu\text{s}$		



Grau hinterlegte Felder erfordern eine Auswahl.



Dunkel umrandete Felder erfordern die Angabe eines Wertes

### 7.4.6 Peakauswahl

<p>Peakauswahl</p>	<p><i>Erster Peak / Höchster Peak / Letzter Peak / Breitesten Peak</i></p>	<p><i>Definiert, welches Signal im Zeilen-signal für die Auswertung verwendet wird.</i></p> <p><i>Erster Peak: Nächstliegender Peak (Spitze) zum Sensor.</i></p> <p><i>Höchster Peak: Standard, Peak mit der höchsten Intensität.</i></p> <p><i>Letzter Peak: Entferntest liegender Peak zum Sensor.</i></p> <p><i>Breitesten Peak: Peak mit der größten Fläche.</i></p>	
--------------------	--	--	--

Bei einem Messobjekt, das aus mehreren transparenten Schichten besteht, kann ein korrektes Messergebnis nur für den ersten Peak ermittelt werden.



Grau hinterlegte Felder erfordern eine Auswahl.



Dunkel umrandete Felder erfordern die Angabe eines Wertes

## 7.5 Signalverarbeitung

### 7.5.1 Vorbemerkung

► Wechseln Sie im Reiter `Einstellungen` in das Menü `Signalverarbeitung`.

Im rechten Teil der Anzeige erscheint ein Diagramm entsprechend der vorherigen Einstellung im Bereich `Diagrammtyp`. Das Diagramm ist aktiv und sämtliche Einstellungen werden sofort sichtbar. Darunter werden Hinweise zur gewählten Einstellung gegeben.

Im linken Bereich befinden sich die Menüs für den Bereich `Signalverarbeitung`.

### 7.5.2 Mittelung

#### 7.5.2.1 Allgemein

Die Mittelung der Messwerte wird für statische Messungen oder sich langsam ändernde Messwerte empfohlen. Die Funktion `Messwertmittelung 1` wird vor `Messwertmittelung 2` ausgeführt.

Messwertmittelung	<i>keine Mittelung</i>			<i>Messwerte werden nicht gemittelt.</i>
	<i>Gleitend N Werte</i>	2 / 4 / 8 ... 4096	Wert	<i>Angabe der Mittelungsart. Die Mittelungszahl N gibt an, über wie viele fortlaufende Messwerte im Sensor gemittelt werden soll.</i>
	<i>Rekursiv N Werte</i>	2 ... 32767	Wert	
	<i>Median N Werte</i>	3 / 5 / 7 / 9	Wert	

Die Messwertmittelung erfolgt nach der Berechnung der Abstandswerte vor der Ausgabe über die Schnittstellen.


Durch die Mittelwertbildung wird

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

Das Linearitätsverhalten wird mit einer Mittelung nicht beeinflusst.

Die Mittelwerte werden fortlaufend mit jeder Messung neu berechnet. Die gewünschte Mittelungstiefe wird erst erreicht, nachdem die Anzahl erfasster Messwerte mindestens der Mittelungstiefe entspricht.

 Grau hinterlegte Felder erfordern eine Auswahl.

 Wert Dunkel umrandete Felder erfordern die Angabe eines Wertes

**i** Der eingestellte Mittelwerttyp und die Mittelungszahl müssen im Sensor gespeichert werden, damit sie nach dem Ausschalten erhalten bleiben.

Die Mittelung hat keinen Einfluss auf die Messrate bzw. Datenrate bei digitaler Messwertausgabe. Die Mittelungszahlen lassen sich auch über die digitalen Schnittstellen programmieren. Der Sensor optoNCDT 1900 wird ab Werk mit der Voreinstellung „Median 9“, d. h. mit Mittelwertbildung vom Typ Median über 9 Messwerte ausgeliefert.

Je nach Art des Mittelwertes und der Anzahl der gemittelten Werte ergeben sich unterschiedliche Einschwingzeiten, siehe Kap. 6.4.

### 7.5.2.2 Gleitender Mittelwert

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 bzw. Ausgabewert

#### Verfahren:

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

Beispiel:  $N = 4$

$\dots 0, 1, \underline{2, 2, 1, 3}$ $\downarrow$ $\frac{2, 2, 1, 3}{4} = M_{gl}(n)$	$\dots 1, 2, \underline{2, 1, 3, 4}$ $\downarrow$ $\frac{2, 1, 3, 4}{4} = M_{gl}(n+1)$	Messwerte
		Ausgabewert

#### Besonderheiten:

Bei der gleitenden Mittelung im optoNCDT 1900 sind für die Mittelungszahl  $N$  nur Potenzen von 2 zugelassen. Wertebereich für die Mittelungszahl  $N$  ist 1 / 2 / 4 / 8 ... 4096.

### 7.5.2.3 Rekursiver Mittelwert

Formel:

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

$MW$	Messwert,
$N$	Mittelungszahl,
$n$	Messwertindex
$M_{\text{rek}}$	Mittelwert bzw. Ausgabewert

#### Verfahren:

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

#### Besonderheiten:

Die rekursive Mittelung erlaubt eine sehr starke Glättung der Messwerte, braucht aber sehr lange Einschwingzeiten bei Messwertsprüngen. Der rekursive Mittelwert zeigt Tiefpassverhalten. Wertebereich für die Mittelungszahl  $N$  ist 2 ... 32767.

### 7.5.2.4 Median

Aus einer vorgewählten Anzahl von Messwerten wird der Median gebildet.

#### Verfahren:

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 Sensor werden 3, 5, 7 oder 9 Messwerte berücksichtigt, d.h. es gibt keinen Median 1.

#### Besonderheiten:

Diese Mittelungsart unterdrückt einzelne Störimpulse. Die Glättung der Messwertkurven ist jedoch nicht sehr stark.

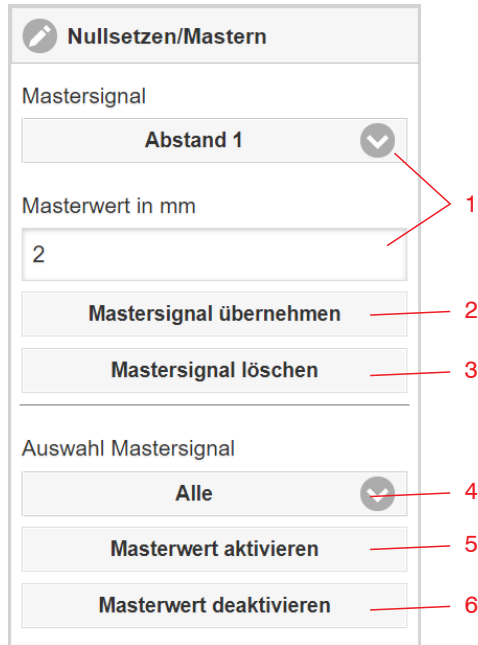
Beispiel: Mittelwert aus fünf Messwerten

... 0 1 2 4 5 1 3 → Messwerte sortiert: 1 2 3 4 5     Median<sub>(n)</sub> = 3

... 1 2 4 5 1 3 5 → Messwerte sortiert: 1 3 4 5 5     Median<sub>(n+1)</sub> = 4



### 7.5.3 Nullsetzen, Mastern



Durch Nullsetzen und Mastern können Sie den Messwert genau auf einen bestimmten Sollwert im Messbereich setzen. Der Ausgabebereich wird dadurch verschoben. Sinnvoll ist diese Funktion z. B. für mehrere nebeneinander messende Sensoren, bei der Dicken- und Planaritätsmessung oder bei Sensortausch.

Mastern wird zum Ausgleich von mechanischen Toleranzen im Messaufbau der Sensoren oder der Korrektur von zeitlichen (thermischen) Änderungen am Messsystem verwendet. Das Mastermaß, auch als Kalibriermaß bezeichnet, wird dabei als Sollwert vorgegeben.

Der beim Messen eines Masterobjektes am Sensorausgang ausgegebene Messwert ist der „Masterwert“. Das Nullsetzen ist eine Besonderheit des Masterns, weil hier der Masterwert „0“ beträgt.

**!** Mastern oder Nullsetzen erfordert ein Messobjekt im Messbereich.  
**!** Mastern oder Nullsetzen den Digitalausgang und die Anzeige gleichermaßen.

- 1 Signal für die Funktion auswählen, Masterwert zuweisen.
- 2 Speichert Masterwert in flüchtigen Speicher.<sup>1</sup>
- 3 Löscht Masterwert in flüchtigen Speicher.
- 4 Auswahl eines bestimmten Signals oder Funktion
- 5 Funktion starten
- 6 Funktion beenden, Rückkehr zur Absolutmessung.

#### Ablauf Mastern / Nullsetzen:

- ➡ Bringen Sie Messobjekt und Sensor in die gewünschte Position zueinander.
- ➡ Senden Sie das Master-Kommando (EtherCAT) oder klicken Sie auf die Schaltfläche `Masterwert aktivieren`.

Nach dem Mastern liefert der Controller neue Messwerte, bezogen auf den Masterwert. Durch ein Rücksetzen mit der Schaltfläche `Masterwert deaktivieren` wird wieder der Zustand vor dem Mastern eingestellt.

1) Mit der Funktion `Einstellungen speichern` können Sie den Masterwert dauerhaft in ein Setup speichern.

## 7.6 Digitalausgang EtherCAT

### 7.6.1 Werte, Bereiche

Die digitalen Messwerte werden als vorzeichenlose Digitalwerte (Rohwerte) ausgegeben. Es werden 16 bzw. 18 Bit pro Wert übertragen. Nachfolgend finden Sie eine Zusammenstellung der ausgegebenen Werte und die Umrechnung des Digitalwertes.

Wert	Länge	Variablen	Wertebereich	Formel
Abstand	18 Bit	<i>x</i> Digitalwert	[0; 230604]	$d = \frac{x - 98232}{65536} * MB$
		<i>MB</i> Messbereich in mm	{2/6/10/25/50/100/200/500}	
		<i>d</i> Abstand in mm	ohne Mastern [-0,01MB; 1,01MB] mit Mastern [-2MB; 2MB]	
Belichtungszeit	16 Bit	<i>x</i> Digitalwert	[1000; 40000]	$BZ = \frac{1}{10} x$
		<i>BZ</i> Belichtungszeit in $\mu s$	[100; 4000]	
Intensität	16 Bit	<i>x</i> Digitalwert	[0; 1023]	$I = \frac{100}{1023} x$
		<i>I</i> Intensität in %	[0; 100]	
Sensorstatus	18 Bit	<i>x</i> Digitalwert	[0; 242143]	Bit 0 (LSB): Peak beginnt vor ROI
		Bitcodierung	[0; 1]	Bit 1: Peak endet nach ROI
				Bit 2: kein Peak gefunden
		<i>MBA</i> Anfang Messbereich		Bit 5: Abstand vor MBA (erweitert)
		<i>MBE</i> Ende Messbereich		Bit 6: Abstand nach MBE (erweitert)
			Bit 15: Messwert ist getriggert	
Messwertzähler	18 Bit	<i>x</i> Digitalwert	[0; 262143]	

Zeitstempel	32 Bit	x	Digitalwert	[0; 4294967295]	$t = \frac{1}{1000} x$
		t	Zeitstempel in $\mu$ s	[0; 1h11m34.967s]	
Unlinearisierter Schwerpunkt	18 Bit	x	Digitalwert	[0; 262143]	$US = \frac{100}{262143} x$
		US	Schwerpunkt in %	[0; 100]	
Messfrequenz	18 Bit	x	Digitalwert	[2500; 100000]	$f = \frac{x}{10}$
		f	Frequenz in Hz		

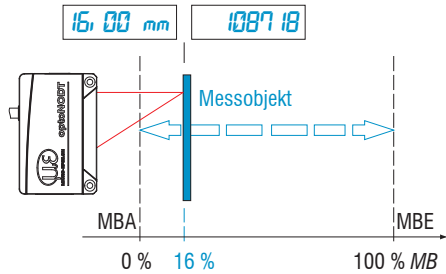
Im Abstandswert übertragene Zustandsinformationen

Abstandswert	Beschreibung
262076	es ist kein Peak vorhanden
262077	Peak liegt vor dem Messbereich (MB)
262078	Peak liegt nach dem Messbereich (MB)
262080	Messwert nicht auswertbar
262081	Peak ist zu breit
262082	Laser ist ausgeschaltet

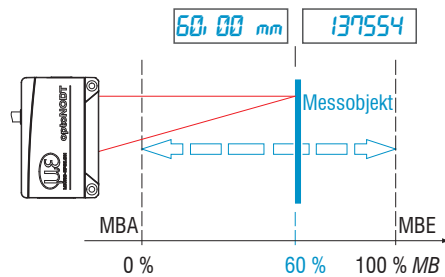
### 7.6.2 Verhalten Digitalausgang

Messwerte, die auf der Nullsetz- oder Masterfunktion beruhen, werden mit 18 Bit kodiert. Der Masterwert selbst kann den doppelten Messbereich annehmen. Die Beispiele zeigen das Verhalten des Digitalwertes mit einem ILD1900-100-IE, Messbereich 100 mm.

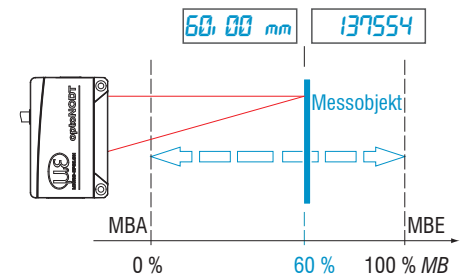
Messobjekt bei 16 % Messbereich



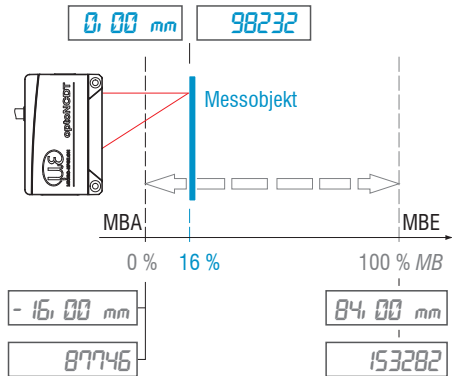
Messobjekt bei 60 % Messbereich



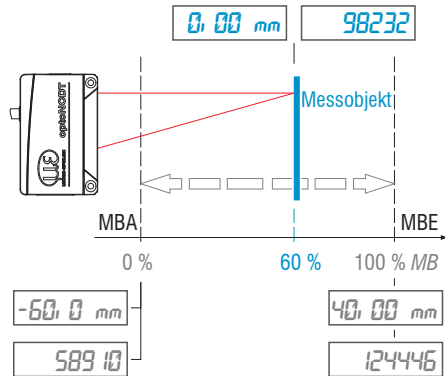
Messobjekt bei 60 % Messbereich



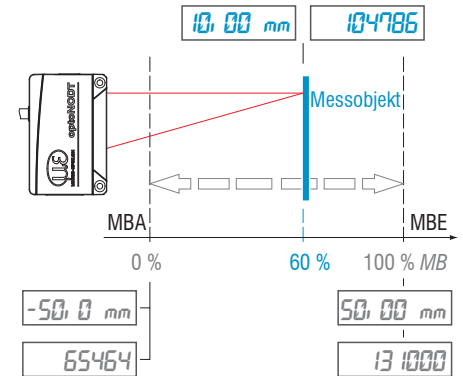
➔ Nullsetzen (Masterwert = 0 mm)



➔ Nullsetzen (Masterwert = 0 mm)



➔ Masterwert 10 mm setzen



Messobjekt bei 80 % Messbereich (80 mm)

➔ Masterwert 200 mm setzen

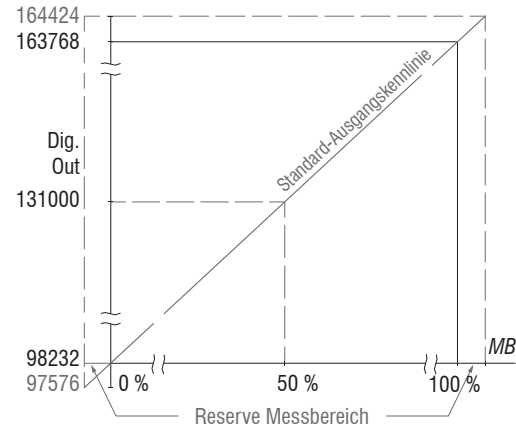
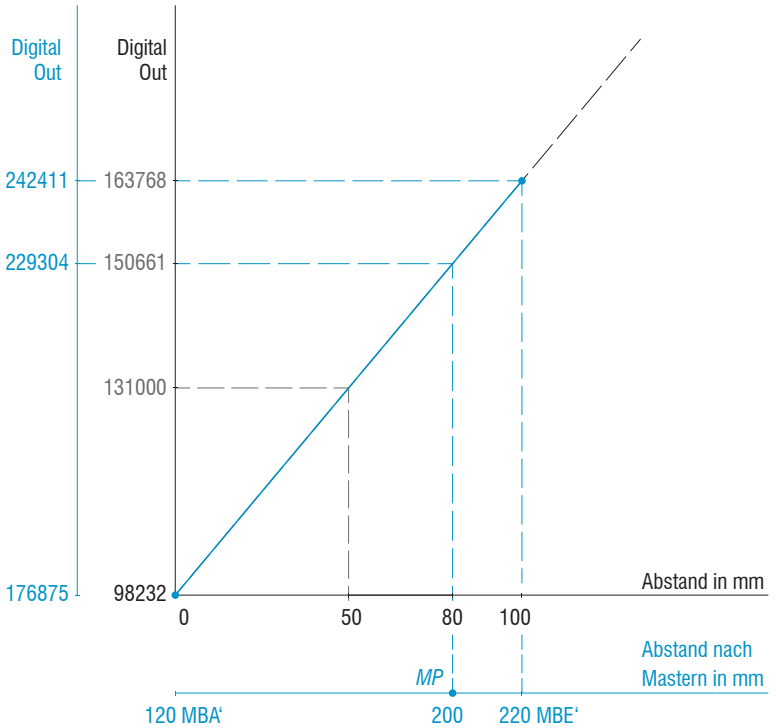


Abb. 23 Digitalwerte ohne Nullsetzung bzw. Masterung

Abb. 24 Digitalwerte ILD1900-100-IE nach Masterung mit 200 mm Masterwert

## 7.7 Systemeinstellungen

### 7.7.1 Allgemein

Nach der Programmierung sind alle Einstellungen unter einem Parametersatz dauerhaft zu speichern, damit sie beim nächsten Einschalten des Sensors wieder zur Verfügung stehen.

### 7.7.2 Einheit, Sprache

Das Webinterface unterstützt in der Darstellung der Messergebnisse die Einheiten Millimeter (mm) und Zoll (Inch). Als Sprache ist im Webinterface Deutsch oder Englisch möglich. Wechseln Sie die Sprache in der Menüleiste.

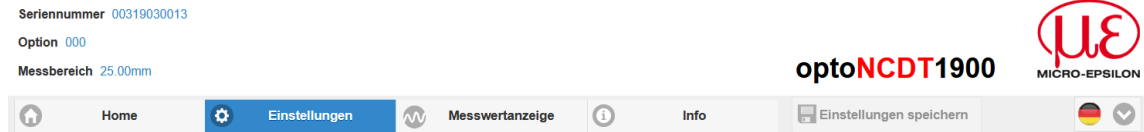
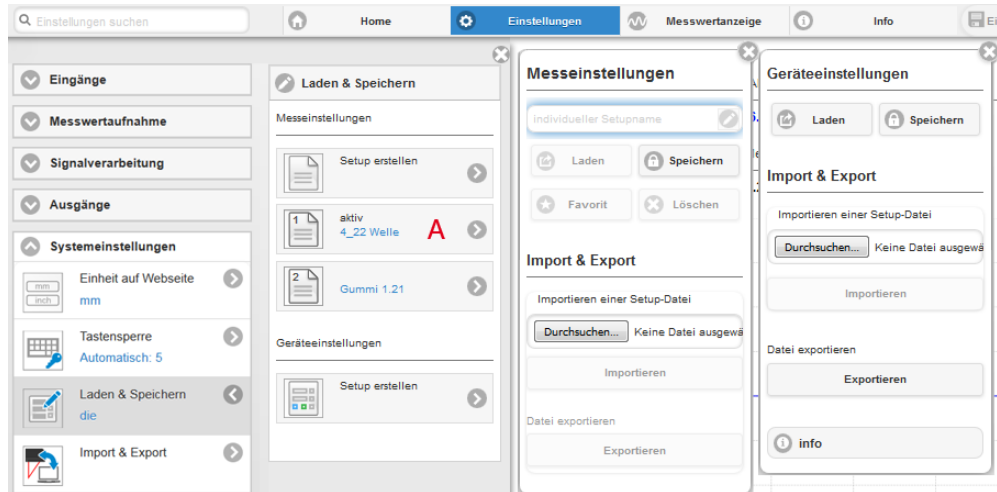


Abb. 25 Sprachauswahl in der Menüleiste

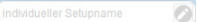
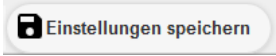
### 7.7.3 Laden, Speichern

Alle Einstellungen am Sensor können in Anwenderprogrammen, so genannten Setups, dauerhaft gespeichert werden.



Details zu den Mess- und Geräteeinstellungen finden Sie im Abschnitt Sensor zurücksetzen, siehe Kap. 7.7.5.

Abb. 26 Verwalten von Anwendereinstellungen

Setups im Sensor verwalten, Möglichkeiten und Ablauf			
Einstellungen speichern	Bestehendes Setup aktivieren	Änderung im aktiven Setup speichern	Setup nach dem Booten bestimmen
Menü Setup erstellen	Menü Laden & Speichern	Menüleiste	Menü Laden & Speichern
<p>➡ Geben Sie im Feld  den Namen für das Setup an, z. B. Gummi_1_21 und betätigen Sie die Eingabe mit der Schaltfläche <b>Speichern</b>.</p>	<p>➡ Klicken Sie mit der linken Maustaste auf das gewünschte Setup, Bereich A. Es öffnet sich der Dialog <b>Messeinstellungen</b>.</p> <p>➡ Klicken Sie die Schaltfläche <b>Laden</b>.</p>	<p>➡ Klicken Sie auf die Schaltfläche </p>	<p>➡ Klicken Sie mit der linken Maustaste auf das gewünschte Setup, Bereich A. Es öffnet sich der Dialog <b>Messeinstellungen</b>.</p> <p>➡ Klicken Sie die Schaltfläche <b>Favorit</b>.</p>

<b>Setups mit PC/Notebook austauschen, Möglichkeiten</b>	
<b>Setup auf PC speichern</b>	<b>Setup von PC laden</b>
Menü <code>Laden &amp; Speichern</code>	Menü <code>Laden &amp; Speichern</code>
<p>➡ Klicken Sie mit der linken Maustaste auf das gewünschte Setup, Bereich A.</p> <p>Es öffnet sich der Dialog <code>Messeinstellungen</code>.</p> <p>➡ Klicken Sie die Schaltfläche <code>Exportieren</code>.</p>	<p>➡ Klicken Sie mit der linken Maustaste auf <code>Setup erstellen</code>.</p> <p>Es öffnet sich der Dialog <code>Messeinstellungen</code>.</p> <p>➡ Klicken Sie die Schaltfläche <code>Durchsuchen</code>.</p> <p>Es öffnet sich ein Windows-Dialog zur Dateiauswahl.</p> <p>➡ Wählen Sie die gewünschte Datei aus und klicken Sie Schaltfläche <code>Öffnen</code>.</p> <p>➡ Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Importieren</code>.</p>



### 7.7.4 Import, Export

Ein Parametersatz umfasst die aktuellen Einstellungen, Setup(s) und das initiale Setup beim Booten des Sensors. Das Menü **Import & Export** erlaubt einen einfachen Austausch von Parametersätzen mit einem PC/Notebook.

Parametersatz mit PC/Notebook austauschen, Möglichkeiten	
Parametersatz auf PC speichern	Parametersatz von PC laden
Menü <b>Import &amp; Export</b>	Menü <b>Import &amp; Export</b>
<p>➡ Klicken Sie mit der linken Maustaste auf die Schaltfläche <b>Parametersatz erstellen</b>.</p> <p>Es öffnet sich der Dialog <b>Daten zum Exportieren wählen</b>.</p> <p>➡ Durch Anwahl/Abwahl in den Checkboxes stellen Sie einen Parametersatz zusammen.</p> <p>➡ Klicken Sie auf die Schaltfläche <b>Datei übertragen</b>.</p> <p>Es öffnet sich ein Windows-Dialog zum Dateitransfer.</p> <p>➡ Quittieren Sie den Dialog mit OK.</p> <p>Das Betriebssystem legt den Parametersatz im Bereich <b>Download</b> ab. Der Dateiname für das nebenstehende Beispiel lautet damit <code>&lt;... \Downloads\ILD1900_BASICSETTINGS_MEASSETTINGS_..._.JSON&gt;</code></p>	<p>➡ Klicken Sie die Schaltfläche <b>Durchsuchen</b>.</p> <p>Es öffnet sich ein Windows-Dialog zur Dateiauswahl.</p> <p>➡ Wählen Sie die gewünschte Datei aus und klicken Sie auf die Schaltfläche <b>Öffnen</b>.</p> <p>Es öffnet sich der Dialog <b>Daten zum Importieren</b>.</p> <p>➡ Durch Anwahl/Abwahl in den Checkboxes bestimmen Sie die durchzuführenden Aktionen.</p> <p>➡ Klicken Sie auf die Schaltfläche <b>Datei übertragen</b>.</p>

**Daten zum Exportieren wählen** ✕

**Setups**

- UserSetting**
- Gummi2\_08**
- TP1\_45**

**Initiales Setup beim Booten**

- Gummi2\_08**

**Allgemeine Sensoreinstellungen**

- Allgemeine Sensoreinstellungen**

**Datei übertragen**

Um zu vermeiden, dass beim **Import** ein bereits vorhandenes Setup unbeabsichtigt überschrieben wird, erfolgt eine automatische Sicherheitsabfrage, siehe nebenstehende Abbildung.

#### Aktionen beim Importieren

- Vorhandene Setups (mit gleichem Namen) überschreiben**
- Einstellungen des importierten initialen Setups übernehmen**

### 7.7.5 Sensor zurücksetzen

Sensor zurücksetzen	Geräteeinstellungen	Schaltfläche	Es werden die Einstellungen Baudrate, Sprache, Einheit, Tastensperre und Echo-Mode gelöscht und die Default-Parameter geladen.
	Messeinstellung	Schaltfläche	Es werden die Einstellungen für Messrate, Trigger, Auswertebereich, Peakauswahl, Fehlerbehandlung, Mittelung, Nullsetzen/Masten, Datenreduktion und die Setups gelöscht. Das 1. Preset wird geladen.
	Alles zurücksetzen	Schaltfläche	Beim Betätigen der Schaltfläche werden die Einstellungen für den Sensor, die Messeinstellungen, die Zugriffsberechtigung, Passwort und die Setups gelöscht. Das 1. Preset wird geladen.
	Sensor neu starten	Schaltfläche	Beim Betätigen der Schaltfläche wird der Sensor mit den Einstellungen aus dem Favoritensetup neu gebootet, siehe Kap. 7.7.4.


### 7.7.6 Bootmodus

- EtherCAT: Der Sensor startet bzw. wechselt in den regulären EtherCAT-Betrieb
- Ethernet-Setup-Mode: Der Sensor wechselt in den Wiederherstellungsmodus (Möglichkeit zum Installieren von Firmware ohne EtherCAT), siehe Kap. A 3.

➡ Speichern Sie Ihre Einstellungen, wenn sie die Programmierung beendet haben, siehe Kap. 7.7.3.

Sie müssen das Webinterface beenden, um EtherCAT starten zu können, siehe Kap. 8.2.

 Grau hinterlegte Felder erfordern eine Auswahl.

 Wert Dunkel umrandete Felder erfordern die Angabe eines Wertes

## 8. EtherCAT

### 8.1 Vorbemerkung

Der Sensor startet mit der zuletzt gespeicherten Betriebsart. Standard ist EtherCAT.

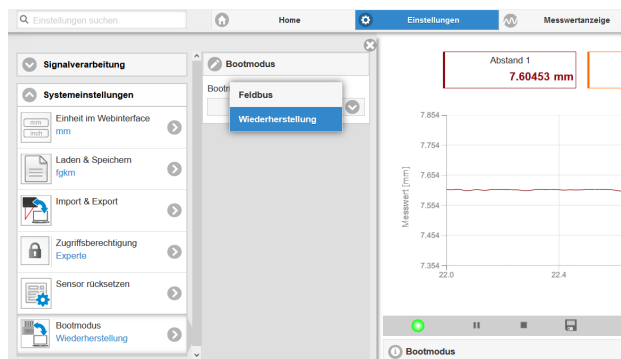
Der Ethernet-Setup-Mode, wie auch EoE, ermöglichen eine einfache Programmierung eines Sensors, siehe Kap. 6.2.2, siehe Kap. 7.

### 8.2 Einstellungen speichern, EtherCAT-Betrieb fortsetzen

➤ Gehen Sie in das Menü **Einstellungen** > **Systemeinstellungen** > **Laden&Speichern** oder klicken Sie auf die Schaltfläche **Einstellungen speichern**, siehe Kap. 7.7.3.

Der Sensor speichert nun die Einstellungen auch in die SD-Objekte für die Verwendung im EtherCAT-Betrieb.

➤ Gehen Sie in das Menü **Einstellungen** > **Systemeinstellungen** > **Bootmodus**. Wählen Sie den Eintrag **Industrial Ethernet (EtherCAT)** aus.



Der Sensor trennt die Verbindung zum Browser und bootet automatisch mit der EtherCAT-Firmware. Der Bootvorgang kann bis zu einer Minute dauern.

Alternativ ist eine Rückkehr in den EtherCAT-Betrieb auch mit der Taste Select möglich. Details dazu finden Sie im Abschnitt **Wechsel zwischen Ethernet-Setup-Mode und EtherCAT**, siehe Kap. A 4.

Setzen Sie Ihre Arbeit in Ihrer SPS-Umgebung fort.

## 9. Reinigung

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.

## 10. Haftungsausschluss

Alle Komponenten des Gerätes wurden im Werk auf die Funktionsfähigkeit hin überprüft und getestet. Sollten jedoch trotz sorgfältiger Qualitätskontrolle Fehler auftreten, so sind diese umgehend an MICRO-EPSILON oder den Händler zu melden.

MICRO-EPSILON übernimmt keinerlei Haftung für Schäden, Verluste oder Kosten, die z.B. durch

- Nichtbeachtung dieser Anleitung / dieses Handbuches,
- Nicht bestimmungsgemäße Verwendung oder durch unsachgemäße Behandlung (insbesondere durch unsachgemäße Montage, - Inbetriebnahme, - Bedienung und - Wartung) des Produktes,
- Reparaturen oder Veränderungen durch Dritte,
- Gewalteinwirkung oder sonstige Handlungen von nicht qualifizierten Personen

am Produkt entstehen, entstanden sind oder in irgendeiner Weise damit zusammenhängen, insbesondere Folgeschäden.

Diese Haftungsbeschränkung gilt auch bei Defekten, die sich aus normaler Abnutzung (z. B. an Verschleißteilen) ergeben, sowie bei Nichteinhaltung der vorgegebenen Wartungsintervalle (sofern zutreffend).

Für Reparaturen ist ausschließlich MICRO-EPSILON zuständig. Es ist nicht gestattet, eigenmächtige bauliche und/oder technische Veränderungen oder Umbauten am Produkt vorzunehmen. Im Interesse der Weiterentwicklung behält sich MICRO-EPSILON das Recht auf Konstruktionsänderungen vor.

Im Übrigen gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen der MICRO-EPSILON,

die unter Impressum | Micro-Epsilon <https://www.micro-epsilon.de/impressum/> abgerufen werden können.

## 11. Service, Reparatur

Bei einem Defekt am Sensor oder des Sensorkabels:

- Speichern Sie nach Möglichkeit die aktuellen Sensoreinstellungen in einem Parametersatz, siehe Kap. 7.7.3, um nach der Reparatur die Einstellungen wieder in den Sensor laden zu können.
- Senden Sie bitte die betreffenden Teile zur Reparatur oder zum Austausch ein.

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

MICRO-EPSILON Optronic GmbH  
Lessingstraße 14

01465 Langebrück / Deutschland

Tel. +49 (0) 35201 / 729-0

Fax +49 (0) 35201 / 729-90

optronic@micro-epsilon.de

www.micro-epsilon.de

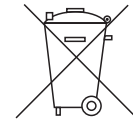
## 12. Außerbetriebnahme, Entsorgung

Um zu vermeiden, dass umweltschädliche Stoffe freigesetzt werden und um die Wiederverwendung von wertvollen Rohstoffen sicherzustellen, weisen wir Sie auf folgende Regelungen und Pflichten hin:

- Sämtliche Kabel am Sensor und/oder Controller sind zu entfernen.
- Der Sensor und/oder Controller, dessen Komponenten und das Zubehör sowie die Verpackungsmaterialien sind entsprechend den landesspezifischen Abfallbehandlungs- und Entsorgungsvorschriften des jeweiligen Verwendungsgebietes zu entsorgen.
- Sie sind verpflichtet, alle einschlägigen nationalen Gesetze und Vorgaben zu beachten.

Für Deutschland / die EU gelten insbesondere nachfolgende (Entsorgungs-) Hinweise:

- Altgeräte, die mit einer durchgestrichenen Mülltonne gekennzeichnet sind, dürfen nicht in den normalen Betriebsmüll (z.B. die Restmülltonne oder die gelbe Tonne) und sind getrennt zu entsorgen. Dadurch werden Gefahren für die Umwelt durch falsche Entsorgung vermieden und es wird eine fachgerechte Verwertung der Altgeräte sichergestellt.
- Eine Liste der nationalen Gesetze und Ansprechpartner in den EU-Mitgliedsstaaten finden Sie unter [https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-electrical-and-electronic-equipment-weee\\_en](https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-electrical-and-electronic-equipment-weee_en). Hier besteht die Möglichkeit, sich über die jeweiligen nationalen Sammel- und Rücknahmestellen zu informieren.
- Altgeräte können zur Entsorgung auch an MICRO-EPSILON an die im Impressum unter <https://www.micro-epsilon.de/impressum/> angegebene Anschrift zurückgeschickt werden.
- Wir weisen darauf hin, dass Sie für das Löschen der messspezifischen und personenbezogenen Daten auf den zu entsorgenden Altgeräten selbst verantwortlich sind.
- Unter der Registrierungsnummer WEEE-Reg.-Nr. DE28605721 sind wir bei der Stiftung Elektro-Altgeräte Register, Nordostpark 72, 90411 Nürnberg, als Hersteller von Elektro- und/ oder Elektronikgeräten registriert.



## Anhang

### A 1      Optionales Zubehör

PS2020	 A blue, rectangular power supply unit with a fan on top and various ports on the front. The brand name 'PULS' is visible on the front panel.	Netzteil für HutschieneMontage, Eingang 230 VAC, Ausgang 24 VDC/2,5 A
PC1900-IE-x/RJ45		Schnittstellen und Versorgungskabel Länge $x = 3, 6$ oder $9$ m 12-pol. Rundbuchse und RJ45-Stecker für Feldan- bindung
PC1900-IE-x/OE-RJ45		Versorgungs- und Ausgangskabel, Länge $x = 3, 6$ oder $9$ m 12-pol. Rundbuchse, RJ45-Stecker für Feldan- bindung bzw. offene Enden für Versorgung und Laseraktivierung

## A 2 Werkseinstellung

Messwertmittelung	Median, 9 Werte	Messrate	4 kHz
Peakauswahl	Höchster Peak	Sprache	Deutsch
Messbereich	100 % d.M.: digital 163768 0 % d.M.: digital 98232		

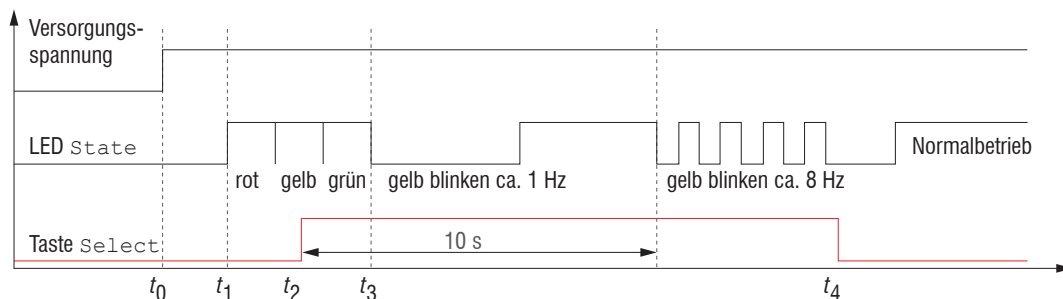


Abb. 28 Ablaufdiagramm für den Start eines Sensors mit Werkseinstellung

- $t_0$ : Versorgungsspannung ist angelegt
- $t_1 \dots t_3$ : beide LED's signalisieren die Startsequenz (rot-gelb-grün für jeweils 1 Sek.)
- $t_2$ : Taste `Select` wird während der Startsequenz ( $t_1 \dots t_3$ ) gedrückt
- $t_4$ : Taste `Select` wird losgelassen während die LED State gelb blinkt  
 $\Delta t = t_4 - t_2$ ;  $\Delta t$  (Tastendruckdauer) muss mindestens 10 Sek., max. 15 Sek. betragen

Rücksetzen auf Werkseinstellung: Betätigen Sie die Taste `Select` nach dem Einschalten des Sensors während die beiden LED „rot - gelb - grün“ aufleuchten. Halten Sie die Taste weiter gedrückt. Nach zehn Sekunden beginnt die Status-LED schnell zu blinken. Lassen Sie die Taste während des schnellen Blinkens los, wird der Sensor auf Werkseinstellungen zurückgesetzt. Halten Sie die Taste insgesamt länger als 15 Sekunden gedrückt, findet kein Rücksetzen auf Werkseinstellungen statt.

Wird die Taste `Select` beim Einschalten (bzw. bei einem Reset) des Sensors gedrückt gehalten, wechselt der Sensor in den Bootloader-Modus.

### A 3 Wechsel zwischen EtherCAT und Ethernet-Setup-Mode

Der Sensor startet in der zuletzt gespeicherten Betriebsart. Werkseinstellung ist EtherCAT. Zugriff via Ethernet ist im Ethernet-Setup-Mode möglich.

► Drücken und Halten Sie die Taste Select am Sensor, bevor Sie die Spannungsversorgung am Sensor einschalten. Lassen Sie die Taste wieder los, sobald die State-LED gelb blinkt. Drücken Sie die Taste erneut für ca. 10 bis 15 Sekunden bis die State-LED rot blinkt.

Innerhalb der Zeit  $t_2 \dots t_3$  beginnt das rote Blinken mit 8 Hz nach 10 Sekunden. Spätestens nach 15 Sekunden muss die Taste wieder losgelassen werden. Mit Loslassen der Taste `Select` spätestens zum Zeitpunkt  $t_3$  beginnt die LED `State` gelb mit 8 Hz zu blinken.

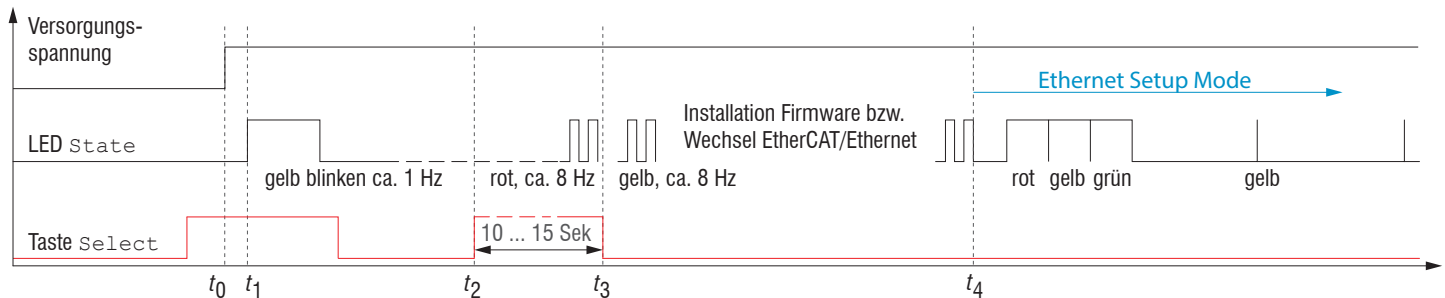


Abb. 29 Ablaufdiagramm für den Start eines Sensors im Ethernet-Setup-Mode

Nach Abschluss der Firmware-Installation bzw. Wechsel startet der Sensor zum Zeitpunkt  $t_4$  selber neu.

- $t_0$ : Versorgungsspannung ist angelegt
- $t_1$ : Die LED `State` beginnt gelb zu blinken, die Taste `Select` kann losgelassen werden
- $t_2$ : Innerhalb 15 Sek. ( $t_2 - t_1$ ) Taste `Select` erneut drücken und für weitere 10 ... 15 Sek. ( $t_3 - t_2$ ) halten
- $t_3 \dots t_4$ : Der Wechsel von EtherCAT auf Ethernet-Setup-Mode beginnt, Dauer max. 1 Min.
- $t_4$ : Sensor startet in der Betriebsart Ethernet-Setup-Mode, die LED `State` leuchtet im Abstand von ca. 1 Sek kurz auf.



## A 4 Wechsel zwischen Ethernet-Setup-Mode und EtherCAT

Die Sensoren starten in der zuletzt gespeicherten Betriebsart. Mit der Taste Select können Sie den Sensor in die Betriebsart EtherCAT versetzen.

► Drücken und Halten Sie die Taste Select am Sensor, bevor Sie die Spannungsversorgung am Sensor einschalten. Lassen Sie die Taste wieder los, sobald die State-LED gelb blinkt. Drücken Sie die Taste erneut für ca. 10 bis 15 Sekunden bis die State-LED rot blinkt.

Innerhalb der Zeit  $t_2 \dots t_3$  beginnt das rote Blinken mit 8 Hz nach 10 Sekunden. Spätestens nach 15 Sekunden muss die Taste wieder losgelassen werden. Mit Loslassen der Taste Select spätestens zum Zeitpunkt  $t_3$  beginnt die LED State gelb mit 8 Hz zu blinken.

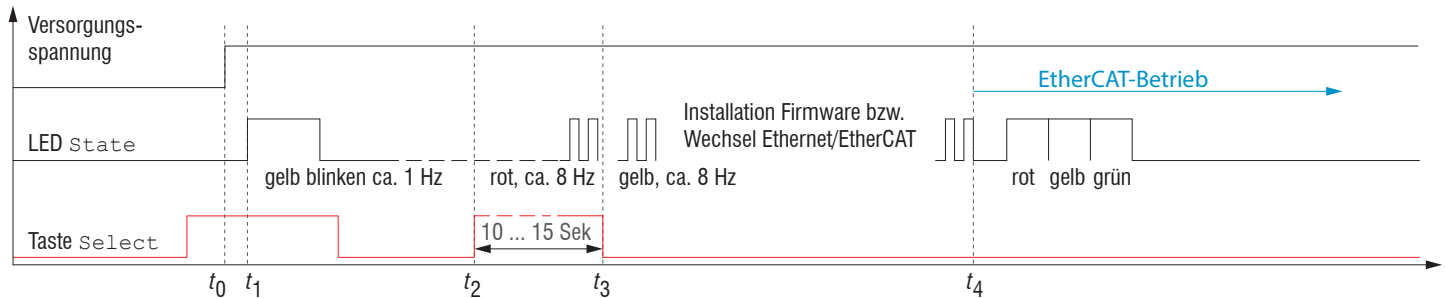


Abb. 30 Ablaufdiagramm für den Start eines Sensors im EtherCAT-Betrieb

Nach Abschluss der Firmware-Installation bzw. Wechsel startet der Sensor zum Zeitpunkt  $t_4$  selber neu.

- $t_0$ : Versorgungsspannung ist angelegt
- $t_1$ : Die LED State beginnt gelb zu blinken, die Taste Select kann losgelassen werden
- $t_2$ : Innerhalb 15 Sek. ( $t_2 - t_1$ ) Taste Select erneut drücken und für weitere 10 ... 15 Sek. ( $t_3 - t_2$ ) halten
- $t_3 \dots t_4$ : Der Wechsel von Ethernet-Setup-Mode auf EtherCAT beginnt, Dauer max. 1 Min.
- $t_4$ : Sensor startet in der Betriebsart EtherCAT.

## **A 5 EtherCAT-Dokumentation**

### **A 5.1 Allgemein**

EtherCAT® ist aus Sicht des Ethernet ein einzelner großer Ethernet-Teilnehmer, der Ethernet-Telegramme sendet und empfängt. Ein solches EtherCAT-System besteht aus einem EtherCAT-Master und bis zu 65535 EtherCAT-Slaves.

Master und Slaves kommunizieren über eine standardmäßige Ethernet-Verkabelung. In jedem Slave kommt eine On-the-fly-Verarbeitungshardware zum Einsatz. Die eingehenden Ethernetframes werden von der Hardware direkt verarbeitet. Relevante Daten werden aus dem Frame extrahiert bzw. eingesetzt. Der Frame wird danach zum nächsten EtherCAT®-Slave-Gerät weiter gesendet. Vom letzten Slave- Gerät wird der vollständig verarbeitete Frame zurückgesendet. In der Anwendungsebene können verschiedene Protokolle verwendet werden. Unterstützt wird hier die CANopen over EtherCAT-Technology (CoE). Im CANopen- Protokoll wird eine Objektverzeichnisstruktur mit Servicedatenobjekten (SDO) und Prozessdatenobjekte (PDO) verwendet, um die Daten zu verwalten. Weitergehende Informationen erhalten Sie von der ®EtherCAT Technology Group ([www.ethercat.org](http://www.ethercat.org)) bzw. Beckhoff GmbH, ([www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com)).

## A 5.2 Einleitung

### A 5.2.1 Struktur von EtherCAT®-Frames

Die Übertragung der Daten geschieht in Ethernet- Frames mit einem speziellen Ether-Type (0x88A4). Solch ein EtherCAT®-Frame besteht aus einem oder mehreren EtherCAT®-Telegrammen, welche jeweils an einzelne Slaves / Speicherbereiche adressiert sind. Die Telegramme werden entweder direkt im Datenbereich des Ethernetframes oder im Datenbereich des UDP-Datagramms übertragen. Ein EtherCAT®-Telegramm besteht aus einem EtherCAT®-Header, dem Datenbereich und dem Arbeitszähler (WC). Der Arbeitszähler wird von jedem adressierten EtherCAT®-Slave hochgezählt, der zugehörige Daten ausgetauscht hat.

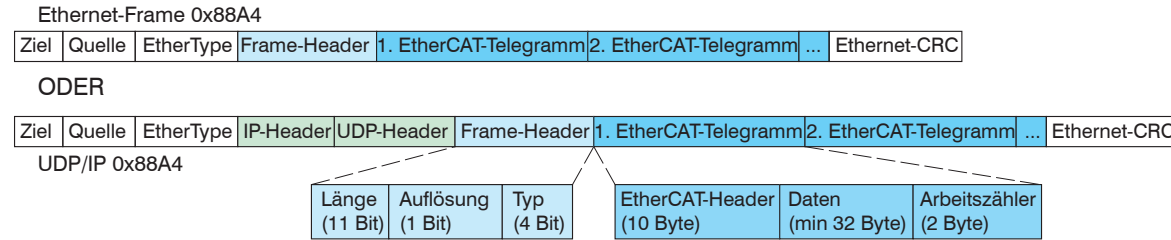


Abb. 31 Aufbau von EtherCAT-Frames

### A 5.2.2 EtherCAT®-Dienste

In EtherCAT® sind Dienste für das Lesen und Schreiben von Daten im physikalischen Speicher innerhalb der Slave Hardware spezifiziert. Durch die Slave Hardware werden folgende EtherCAT®-Dienste unterstützt:

- APRD (Autoincrement physical read, Lesen eines physikalischen Bereiches mit Autoincrement-Adressierung)
- APWR (Autoincrement physical write, Schreiben eines physikalischen Bereiches mit Auto-Inkrement-Adressierung)
- APRW (Autoincrement physical read write, Lesen und Schreiben eines physikalischen Bereiches mit Auto-Inkrement-Adressierung)
- FPRD (Configured address read, Lesen eines physikalischen Bereiches mit Fixed-Adressierung)
- FPWR (Configured address write, Schreiben eines physikalischen Bereiches mit Fixed-Adressierung)
- FPRW (Configured address read write, Lesen und Schreiben eines physikalischen Bereiches mit Fixed-Adressierung)
- BRD (Broadcast read, Broadcast-Lesen eines physikalischen Bereiches bei allen Slaves)
- BWR (Broadcast write, Broadcast-Schreiben eines physikalischen Bereiches bei allen Slaves)
- LRD (Logical read, Lesen eines logischen Speicherbereiches)
- LWR (Logical write, Schreiben eines logischen Speicherbereiches)
- LRW (Logical read write, Lesen und Schreiben eines logischen Speicherbereiches)

- ARMW (Auto increment physical read multiple write, Lesen eines physikalischen Bereiches mit Auto-Increment-Adressierung, mehrfaches Schreiben)
- FRMW (Configured address read multiple write, Lesen eines physikalischen Bereiches mit Fixed-Adressierung, mehrfaches Schreiben)

### A 5.2.3 Adressierverfahren und FMMUs

Um einen Slave im EtherCAT®-System zu adressieren, können vom Master verschiedene Verfahren angewendet werden. Der Sensor unterstützt als Full-Slave:

- Positionsadressierung  
Das Slave-Gerät wird über seine physikalische Position im EtherCAT®-Segment adressiert.  
Die verwendeten Dienste hierfür sind APRD, APWR, APRW.
- Knotenadressierung  
Das Slave-Gerät wird über eine konfigurierte Knotenadresse adressiert, die vom Master während der Inbetriebnahmephase zugewiesen wurde. Die verwendeten Dienste hierfür sind FPRD, FPWR und FPRW.
- Logische Adressierung  
Die Slaves werden nicht einzeln adressiert; stattdessen wird ein Abschnitt der segmentweiten logischen 4-GB-Adresse adressiert. Dieser Abschnitt kann von einer Reihe von Slaves verwendet werden.  
Die verwendeten Dienste hierfür sind LRD, LWR und LRW.

Die lokale Zuordnung von physikalischen Slave-Speicheradressen und logischen segmentweiten Adressen wird durch die Fieldbus Memory Management Units (FMMUs) vorgenommen. Die Konfiguration der Slave-FMMU's wird vom Master durchgeführt. Die FMMU Konfiguration enthält eine Startadresse des physikalischen Speichers im Slave, eine logische Startadresse im globalen Adressraum, Länge und Typ der Daten, sowie die Richtung (Eingang oder Ausgang) der Prozessdaten.

### A 5.2.4 Sync Manager

Sync-Manager dienen der Datenkonsistenz beim Datenaustausch zwischen EtherCAT®-Master und Slave. Jeder Sync-Manager-Kanal definiert einen Bereich des Anwendungsspeichers. Der Sensor besitzt vier Kanäle.

- Sync-Manager-Kanal 0: Sync Manager 0 wird für Mailbox-Schreibübertragungen verwendet (Mailbox vom Master zum Slave).
- Sync-Manager-Kanal 1: Sync Manager 1 wird für Mailbox-Leseübertragungen verwendet (Mailbox vom Slave zum Master).
- Sync-Manager-Kanal 2: Sync Manager 2 wird normalerweise für Prozess-Ausgangsdaten verwendet. Im Sensor nicht benutzt.
- Sync-Manager-Kanal 3: Sync Manager 3 wird für Prozess-Eingangsdaten verwendet. Er enthält die Tx PDOs, die vom PDO-Zuweisungsobjekt 0x1C13 (hex.) spezifiziert werden.

### A 5.2.5 EtherCAT-Zustandsmaschine

In jedem EtherCAT®-Slave ist die EtherCAT®-Zustandsmaschine implementiert. Direkt nach dem Einschalten des Sensors befindet sich die Zustandsmaschine im Zustand „Initialization“. In diesem Zustand hat der Master Zugriff auf die DLL-Information Register der Slave Hardware. Die Mailbox ist noch nicht initialisiert, d.h. eine Kommunikation mit der Applikation (Sensorsoftware) ist noch nicht möglich. Beim Übergang in den Pre-Operational-Zustand werden die Sync-Manager-Kanäle für die Mailboxkommunikation konfiguriert. Im Zustand „Pre-Operational“ ist die Kommunikation über die Mailbox möglich und es kann auf das Objektverzeichnis und seine Objekte zugegriffen werden. In diesem Zustand findet noch keine Prozessdatenkommunikation statt. Beim Übergang in den „Safe-Operational“-Zustand wird vom Master das Prozessdaten-Mapping, der Sync-Manager-Kanal der Prozesseingänge und die zugehörige FMMU konfiguriert. Im „Safe-Operational“-Zustand ist weiterhin die Mailboxkommunikation möglich. Die Prozessdatenkommunikation läuft für die Eingänge. Die Ausgänge befinden sich im „sicheren“ Zustand. Im „Operational“-Zustand läuft die Prozessdatenkommunikation sowohl für die Eingänge als auch für die Ausgänge.

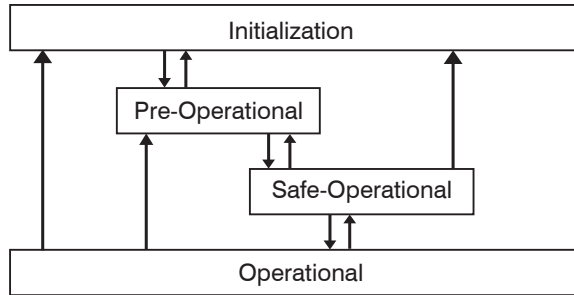


Abb. 32 EtherCAT State Machine

### A 5.2.6 CANopen über EtherCAT

Das Anwendungsschicht-Kommunikationsprotokoll in EtherCAT basiert auf dem Kommunikationsprofil CANopen DS 301 und wird als „CANopen over EtherCAT“ oder CoE bezeichnet. Das Protokoll spezifiziert das Objektverzeichnis im Sensor sowie Kommunikationsobjekte für den Austausch von Prozessdaten und azyklischen Meldungen. Der Sensor verwendet die folgenden Meldungstypen:

- Process Data Object (PDO) (Prozessdatenobjekt). Das PDO wird für die zyklische E/A Kommunikation verwendet, also für Prozessdaten.
- Service Data Object (SDO) (Servicedatenobjekt). Das SDO wird für die azyklische Datenübertragung verwendet.

Das Objektverzeichnis wird in Kapitel CoE-Objektverzeichnis beschrieben.

### A 5.2.7 Prozessdaten PDO-Mapping

Prozessdatenobjekte (PDOs) werden für den Austausch von zeitkritischen Prozessdaten zwischen Master und Slave verwendet. Tx PDOs werden für die Übertragung von Daten vom Slave zum Master verwendet (Eingänge). Rx PDOs werden verwendet, um Daten vom Master zum Slave (Ausgänge) zu übertragen; dies wird im Sensor nicht verwendet. Die PDO Abbildung (Mapping) definiert, welche Anwendungsobjekte (Messdaten) in einem PDO übertragen werden.

Beim Sensor kann aus einer Reihe von Tx PDO-Mapping-Objekten ausgewählt werden, siehe A 5.4.1.7.

In EtherCAT werden PDOs in Objekten des Sync-Manager-Kanals transportiert. Der Sensor benutzt den Sync-Manager-Kanal SM3 für Eingangsdaten (Tx-Daten). Die PDO-Zuweisungen des Sync Managers können nur im Zustand „Pre-Operational“ geändert werden.

**Hinweis:** Subindex 0h des Objektes 0x1A00 enthält die Anzahl gültiger Einträge innerhalb des Abbildungsberichts. Diese Zahl steht auch für die Anzahl der Anwendungsvariablen (Parameter), die mit dem entsprechenden PDO übertragen/empfangen werden sollen. Die Subindizes von 1h bis zur Anzahl von Objekten enthalten Informationen über die abgebildeten Anwendungsvariablen. Die Abbildungswerte in den CANopen-Objekten sind hexadezimal codiert.

Die folgende Tabelle enthält ein Beispiel der Eintragsstruktur der PDO-Abbildung:

MSB		LSB	
31	16 15	8 7	0
Index z. B. 0x6000 (16 Bit)	Subindex z.B. 0x01	Objektlänge in Bit, z. B. 20h = 32 Bits	

Abb. 33 Eintragsstruktur der PDO-Abbildung, Beispiel

### A 5.2.8 Servicedaten SDO-Service

Servicedatenobjekte (SDO's) werden hauptsächlich für die Übertragung von nicht zeitkritischen Daten, zum Beispiel Parameterwerten, verwendet.

EtherCAT spezifiziert

- SDO-Dienste: diese ermöglichen den Lese-/Schreibzugriff auf Einträge im CoE-Objektverzeichnis des Geräts.
- SDO-Informationendienste: diese ermöglichen das Lesen des Objektverzeichnisses selbst und den Zugriff auf die Eigenschaften der Objekte.

Alle Parameter des Messgerätes können damit gelesen, verändert oder Messwerte übermittelt werden. Ein gewünschter Parameter wird durch Index und Subindex innerhalb des Objektverzeichnisses adressiert.

### A 5.3 CoE – Objektverzeichnis

Das CoE-Objektverzeichnis (CANopen over EtherCAT) enthält alle Konfigurationsdaten des Sensors. Die Objekte im CoE-Objektverzeichnis können mit SDO-Diensten aufgerufen werden. Jedes Objekt wird anhand eines 16-Bit-Index adressiert. Mit jedem Build wird für den Sensor die Datei `object_documentation.csv` generiert, in der alle Objekte aufgelistet sind.

#### A 5.3.1 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte

##### A 5.3.1.1 Übersicht

Index (h)	Name	Beschreibung
1000	Device type	Gerätetyp
1008	Device name	Hersteller-Gerätename
1009	Hardware version	Hardware-Version
100A	Software version	Software-Version
1018	Identity	Geräte-Identifikation
10F8	Timestamp	EtherCAT-Stack vordefiniertes Objekt, nicht zu verwechseln mit dem Timestamp der Prozessdaten
1A00		TxPDO Mapping, siehe A 5.4.1.7. In den PDO-Mapping-Objekten sind zum Teil mehrere Prozessdaten (Mappable Objects - Prozessdaten) zusammengefasst.
...		
1A16		
1C00	Sync. manager type	Synchronmanagertyp
1C12	RxPDO assign	
1C13	TxPDO assign	TxPDO assign
1C32	Sync manager output parameter	Synchronmode Parameter (DC)
1C33	Sync manager input parameter	

Abb. 34 Übersicht Standard-Objekte

**A 5.3.1.2 Objekt 1000h: Gerätetyp**

1000	VAR	Device type	0x00000000	Unsigned32	ro
------	-----	-------------	------------	------------	----

Liefert Informationen über das verwendete Geräteprofil und den Gerätetyp.

**A 5.3.1.3 Objekt 1008h: Hersteller-Gerätename**

1008	VAR	Device name	ILD1900	Visible String	ro
------	-----	-------------	---------	----------------	----

**A 5.3.1.4 Objekt 1009h: Hardware-Version**

1009	VAR	Hardware version	xx	Visible String	ro
------	-----	------------------	----	----------------	----

**A 5.3.1.5 Objekt 100Ah: Software-Version**

100A	VAR	Software version	xxx.xxx	Visible String	ro
------	-----	------------------	---------	----------------	----

**A 5.3.1.6 Objekt 1018h: Geräte-Identifikation**

1018	RECORD	Identity			
------	--------	----------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	4	Unsigned8	ro
1	VAR	Vendor ID	0x00000607	Unsigned32	ro
2	VAR	Product-Code	0x60CB01F6	Unsigned32	ro
3	VAR	Revision	0x00010000	Unsigned32	ro
4	VAR	Serial number	0x13223A25	Unsigned32	ro

Der Product-Code identifiziert einen EtherCAT-Teilnehmer im Netzwerk. Diese Identifikation setzt sich zusammen aus Vendor-ID, Product-Code und Revision. Serial number enthält die Seriennummer des Sensors.



**A 5.3.1.7 TxPDO Mapping**

0x1A00	Frequenz + Belichtungszeit TxPDOMap OV1			
	0x6000:001 out_shutter + 0x6001:001 out_frequency			
0x1A01	Frequenz + Belichtungszeit TxPDOMap OV2			
	0x6000:001 out_shutter + 0x6001:001 out_frequency	0x6000:002 out_shutter + 0x6001:002 out_frequency		
0x1A02	Frequenz + Belichtungszeit TxPDOMap OV4			
	0x6000:001 out_shutter + 0x6001:001 out_frequency	0x6000:002 out_shutter + 0x6001:002 out_frequency	0x6000:003 out_shutter + 0x6001:003 out_frequency	0x6000:004 out_shutter + 0x6001:004 out_frequency
0x1A03	Reserviert			
0x1A04	Zeitstempel TxPDOMap OV1			
	0x6002:001 out_frametimestamp			
0x1A05	Zeitstempel TxPDOMap OV2			
	0x6002:001 out_frametimestamp	0x6002:002 out_frametimestamp		
0x1A06	Zeitstempel TxPDOMap OV4			
	0x6002:001 out_frametimestamp	0x6002:002 out_frametimestamp	0x6002:003 out_frametimestamp	0x6002:004 out_frametimestamp
0x1A07	Reserviert			

0x1A08	Messwertzähler OV1			
	0x6003:001 out_counter			
0x1A09	Messwertzähler OV2			
	0x6003:001 out_counter	0x6003:002 out_counter		
0x1A0A	Messwertzähler OV4			
	0x6003:001 out_counter	0x6003:002 out_counter	0x6003:003 out_counter	0x6003:004 out_counter
0x1A0B	Reserviert			
0x1A0C	Status OV1			
	0x6004:001 out_status			
0x1A0D	Status OV2			
	0x6004:001 out_status	0x6004:002 out_status		
0x1A0E	Status OV4			
	0x6004:001 out_status	0x6004:002 out_status	0x6004:003 out_status	0x6004:004 out_status
0x1A0F	Reserviert			

0x1A10	Unlinearisierter Abstand + Intensität + Abstand OV1			
	0x6005:001 out_unlin + 0x6006:001 out_intensity + 0x6007:001 out_lin			
0x1A11	Unlinearisierter Abstand + Intensität + Abstand OV2			
	0x6005:001 out_unlin + 0x6006:001 out_intensity + 0x6007:001 out_lin	0x6005:002 out_unlin + 0x6006:002 out_intensity + 0x6007:002 out_lin		
0x1A12	Unlinearisierter Abstand + Intensität + Abstand OV4			
	0x6005:001 out_unlin + 0x6006:001 out_intensity + 0x6007:001 out_lin	0x6005:002 out_unlin + 0x6006:002 out_intensity + 0x6007:002 out_lin	0x6005:003 out_unlin + 0x6006:003 out_intensity + 0x6007:003 out_lin	0x6005:004 out_unlin + 0x6006:004 out_intensity + 0x6007:004 out_lin
0x1A13	Reserviert			
0x1A14	Peakstand OV1			
	0x6008:001 out_01_peak1_distance			
0x1A15	Peakstand OV2			
	0x6008:001 out_01_peak1_distance	0x6008:002 out_01_peak1_distance		
0x1A16	Peakstand OV4			
	0x6008:001 out_01_peak1_distance	0x6008:002 out_01_peak1_distance	0x6008:003 out_01_peak1_distance	0x6008:004 out_01_peak1_distance
0x1A17	Reserviert			

Abb. 35 PDO-Map Objekte

Es dürfen immer nur PDO-Mappings ausgewählt werden, die das gleiche Oversampling besitzen. Wenn der Sensor über eine ESI-Datei eingebunden wurde, schließen sich je nach SPS-Software PDO-Mappings bereits gegenseitig aus, wenn diese angehakt werden. Ist dies nicht der Fall, weil die SPS-Entwicklungs-Software dieses Feature nicht unterstützt oder der Sensor ohne ESI-Datei online eingebunden wurde, kommt es bei einer ungültigen Kombination von PDO-Mappings zu einer Fehlermeldung und die Übertragung von Prozessdaten an den EtherCAT-Master findet nicht statt.

In Objekt 0x1C13 wird ausgewählt, welche PDOs übertragen werden sollen. Es werden die PDO-Mapping-Objekte ausgewählt. Die Auswahl erfolgt vor dem Übergang vom PreOP-Mode in den SafeOP-Mode.

**Beispiel 1:** Startup-Prozedur, um Abstand 1 (01DIST1) auszugeben:

- Abstand 1 wird in 0x6007 ausgegeben. Um 0x6007 im PDO zu übertragen, muss in 0x1C13 das PDO-Map-Objekt 0x1A10 ausgewählt werden.

1C13:0	TxPDO assign	RW	> 1 <
1C13:01	SubIndex 001	RW	0x1A10 (6672)
1C13:02	SubIndex 002	RW	---
1C13:03	SubIndex 003	RW	---
1C13:04	SubIndex 004	RW	---
1C13:05	SubIndex 005	RW	---
1C13:06	SubIndex 006	RW	---

0x1A10 ist nun gemappt, folgende PDOs werden übertragen:

1A10:0	Unlin + Intensity + Lin TxPDO Map OV1	RO	> 3 <
1A10:01	SubIndex 001	RO	0x6005:01. 32
1A10:02	SubIndex 002	RO	0x6006:01. 32
1A10:03	SubIndex 003	RO	0x6007:01. 32

Weil PDO's in Gruppen zusammengefasst werden, enthält 0x6007:01 den linearisierten Abstandswert; in 0x6005:01 befinden sich noch der unlinearisierte Wert und in 0x6006:01 die Intensität.

**Beispiel 2:** Startup-Prozedur um Abstand 1, Intensität und den Zeitstempel auszugeben.

1C13:0	TxPDO assign	RW	> 2 <
1C13:01	SubIndex 001	RW	0x1A04 (6660)
1C13:02	SubIndex 002	RW	0x1A10 (6672)
1C13:03	SubIndex 003	RW	---
1C13:04	SubIndex 004	RW	---
1C13:05	SubIndex 005	RW	---
1C13:06	SubIndex 006	RW	---

0x1A04 und 0x1A10 sind nun gemappt, folgende PDOs werden übertragen:

1A04:0	Frame time stamp TxPDO Map OV1	RO	> 1 <
1A04:01	SubIndex 001	RO	0x6005:01. 32
1A10:0	Unlin + Intensity + Lin TxPDO Map OV1	RO	> 3 <
1A10:01	SubIndex 001	RO	0x6005:01. 32
1A10:02	SubIndex 002	RO	0x6006:01. 32
1A10:03	SubIndex 003	RO	0x6007:01. 32

Weil PDO's in Gruppen zusammengefasst werden, enthält 0x6002:01 den Zeitstempel, 0x6006:01 enthält die Intensität und 0x6007:01 den Abstandswert. 0x6005:01 enthält noch den unlinearisierten Wert.

**A 5.3.1.8 Objekt 1C00h: Synchronmanagertyp**

1C00	RECORD	Sync manager type			ro
------	--------	-------------------	--	--	----

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	4	Unsigned8	ro
1	VAR	Sync manager 1	0x01	Unsigned8	ro
2	VAR	Sync manager 2	0x02	Unsigned8	ro
3	VAR	Sync manager 3	0x03	Unsigned8	ro
4	VAR	Sync manager 4	0x04	Unsigned8	ro

Details dazu finden Sie im Abschnitt zum Datenaustausch zwischen EtherCAT®-Master und Slave, siehe Kap. [A 5.2.4](#).

**A 5.3.1.9 Objekt 1C12h: RxPDO Assign**

1C12	ARRAY	RxPDO-Assign			rw
------	-------	--------------	--	--	----

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	0	Unsigned8	ro
---	-----	-----------------	---	-----------	----

Es können keine RxPDOs ausgewählt werden, da keine vorhanden sind. Das Objekt ist als Dummy implementiert, damit ein EtherCAT-Master die RxPDOs auf 0 setzen kann.

**A 5.3.1.10 Objekt 1C13h: TxPDO-Assign**

1C13	ARRAY	TxPDO-Assign			rw
------	-------	--------------	--	--	----

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	n	Unsigned8	rw
1	VAR	Subindex 001	0x1A00	Unsigned16	rw
2	VAR	Subindex 002	0x1A04	Unsigned16	rw
..					
6	VAR	Subindex 006	0x1A14	Unsigned16	rw

Objekt zur Auswahl der PDOs (TxPDO-Maps).

**A 5.3.1.11 Objekt 1C32h: Synchronmanager Ausgangsparameter**

Siehe Beschreibung Eingangsparameter, siehe Kap. A 5.3.1.12.

**A 5.3.1.12 Objekt 1C33h: Synchronmanager Eingangsparameter**

1C33	RECORD	SM input parameter			ro
------	--------	--------------------	--	--	----

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	9	Unsigned8	ro
1	VAR	Synchronization type	x	Unsigned16	ro
2	VAR	Cycle time	x	Unsigned32	ro
4	VAR	Synchronization types supported	0x4007	Unsigned16	ro
5	VAR	Minimum cycle time	100000	Unsigned32	ro
6	VAR	Calc and copy time	x	Unsigned32	ro
8	VAR	Get cycle time	x	Unsigned16	ro
9	VAR	Delay time	x	Unsigned32	ro
0C	VAR	Cycle time too small counter	x	Unsigned16	ro
20	VAR	Sync error	x	Bit	ro

- Synchronization Type: aktuell eingestellte Synchronisierung, siehe [Abb. 36](#).
- Cycle Time: aktuell eingestellte Zykluszeit in ns
  - Freerun: von der Messrate abgeleitete Zykluszeit,
  - SM2, SM3: von der Messrate abgeleitete Zykluszeit,
  - Sync0 Synchronisation, die vom Master eingestellte Sync0 Zykluszeit.
- Synchronization Types supported: Unterstützt wird
  - Freerun, SM2 / SM3 und Sync0 Synchronisation
- Minimum cycle time: die minimale Zykluszeit (cycle time) ist von der maximalen Messrate abgeleitet und beträgt 100  $\mu$ s.
- Calc and Copy Time: Die Calc and copy time ist die Zeit nach dem Input Latch (Inputdaten stehen im Slave zur Verfügung) bis zum Kopieren der Inputdaten in den Sync-Manager-3-Bereich (Übergabe der Daten an Industrial Ethernet). Die Calc and copy time aus 0x1C33 wird nur dann berechnet, wenn die Distributed Clocks aktiviert sind. Bei jedem Lesen wird der Wert neu berechnet. Da der Sensor nicht über Output-Daten verfügt, gibt die Calc and copy time von 0x1C32 immer 0 zurück.

- Delay time: Die Delay time ist die hardwarebedingte Verzögerung bis zum Erreichen des Input Latch.
- Die Delay time aus 0x1C33 wird nur dann berechnet, wenn die Distributed Clocks aktiviert sind. Bei jedem Lesen wird der Wert neu berechnet. Da der Sensor nicht über Output-Daten verfügt, gibt die Delay time aus 0x1C32 immer 0 zurück.
- Cycle Time Too Small Counter: Dieser Counter wird hochgezählt, wenn die Cycle Time zu niedrig ist, so dass die Inputdaten nicht für das nächste SM-Event bereitgestellt werden konnten.
- Sync Error
  - 0: Es liegen keine Fehler vor.
  - 1: Es trat ein Synchronisationsfehler auf. Der Cycle Time Too Small Counter wurde hochzählt.

Die eingestellte Synchronisierung hängt von der Kombination aus 0x1C33:001 und 0x1C32:001 ab. Der Wechsel der Synchronisierung erfolgt bei einem Übergang vom Zustand `PreOP` in den Zustand `SafeOP`. Bei einer ungültigen Kombination kommt es beim Zustandswechsel zu einer Fehlermeldung. Prozessdatenkommunikation ist dann nicht möglich.

0x1C32 Synchronization Type	0x1C33 Synchronization Type	Synchronisierung
0x00	0x00	Free Run
0x01	0x22	SM2
0xyy	0x01	SM3
0x02	0x02	Sync0

Abb. 36 Beispiel Synchronisierung

Eine Aktivierung der Distributed Clocks führt nicht automatisch zu einem Wechsel in den Sync0-Modus. Die Synchronisierung kann nur durch Schreiben der Objekte 0x1C32 und 0x1C33 geändert werden.



### A 5.3.2 Herstellerspezifische Objekte

#### Übersicht

Index (h)	Name	Beschreibung
3000	Laser power	Laserlichtquelle
3200	Data recording	Messprogramm u. a. Messrate und Peakauswahl
3400	Signal processing peak 1	Messwertmittelung
3450	Mastern	Nullsetzen und Mastern
3800	System settings	Systemeinstellungen u. a. Login und Werkseinstellung
3850	Device settings	Auswahl der Messaufgabe
3851	Preset settings	Auswahl der Signalqualität
3852	Measurement settings	Laden, Speichern
3900	Sensor information	Information über Messbereich und Option des Sensors
6000	Out_shutter	Ausgabewert Belichtungszeit
6001	Out_frequency	Ausgabewert Messrate
6002	Out_frametimestamp	Ausgabewert Zeitstempel
6003	Out_framecounter	Ausgabewert Messwertzähler
6004	Out_framestatus	Ausgabewert Frame-Status
6005	Out_01_md_unlin	Ausgabewert nichtlinearisierter Abstandswert
6006	Out_md_intensity	Ausgabewert Intensität
6007	Out_01_md_lin	Ausgabewert linearisierter Abstandswert
6008	Out_01_peak1_distance	Ausgabewert Peakabstand

Es folgt eine Beschreibung der einzelnen Objekte mit ihren Subindizes. Eine Beschreibung der Funktionalität der Sensorparameter finden Sie in den entsprechenden Abschnitten der Betriebsanleitung des Sensors.

**A 5.3.2.1 Objekt 3000h: Lichtquelle**

3000	RECORD	Laser power
------	--------	-------------

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	1	UINT8	ro
1	VAR	Laser power	x	UINT8	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Eingänge, siehe Kap. 7.3.

Laser power:

0 - Off,

1 - Full,

2 - Reduced

**A 5.3.2.2 Objekt 3200: Messkonfiguration, Messrate, Auswertebereich, Belichtung, Peakauswahl, Fehlerbehandlung**

3200	RECORD	Data recording
------	--------	----------------

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	1	UINT8	ro
1	VAR	Measuring task	x	UINT8	rw
3	VAR	Measuring rate	x	FLOAT	rw
0A	VAR	Start of range	x	UINT16	rw
0B	VAR	End of range	x	UINT16	rw
14	VAR	Shutter mode	x	UINT8	rw
15	VAR	Shutter time in us	x	FLOAT	rw
16	VAR	Exposure mode	x	UINT8	rw
1E	VAR	Peak selection	x	UINT8	rw
28	VAR	Error handling type	x	UINT8	rw
29	VAR	Error handling values	x	UINT32	rw

Measuring task:	Shutter mode:	Exposure mode:	Peak selection	Error handling type
0 - Standard	0 - Manual	0 - Standard	0 - Highest peak	0 - None
1 - Multisurface	1 - Automatic	1 - Intelligent	1 - Widest peak	1 - Value
2 - Penetration		2 - Background	2 - Last peak	2 - Infinite
			3 - First peak	

**A 5.3.2.3 Objekt 3400: Mittelung**

3400	RECORD	Signal processing peak 1			
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	8	UINT8	ro
1	VAR	Average 1 type	x	UINT8	rw
2	VAR	Average 1 number of values for moving average	x	UINT32	rw
3	VAR	Average 1 number of values for median	x	UINT32	rw
4	VAR	Average 1 number of values for recursive	x	UINT32	rw
0B	VAR	Average 2 type	x	UINT8	rw
0C	VAR	Average 2 number of values for moving average	x	UINT32	rw
0D	VAR	Average 2 number of values for median	x	UINT32	rw
0E	VAR	Average 2 number of values for recursive	x	UINT32	rw

Average 1 type:	Average 1/2 number of values for moving average:	Average 1/2 number of values for median:	Average 1/2 number of values for recursive:	Average 2 type:
0 - None	2 - 2	3 - 3	1 - 1	0 - None
1 - Median	4 - 4	5 - 5	2 - 2	1 - Median
2 - Moving	8 - 8	7 - 7	2 - 2	2 - Moving
3 - Recursive	...	9 - 9	...	3 - Recursive
	4096 - 4096		32000 - 32000	

**A 5.3.2.4 Objekt 3450: Nullsetzen, Mastern**

3450	RECORD	Mastering			
------	--------	-----------	--	--	--

Subindices

0	VAR	Anzahl Einträge		UINT8	ro
4	VAR	Set/Reset	x	BIT	rw
5	VAR	Value	x	FLOAT	rw

Set/Reset

0 - Reset

1 - Set

**A 5.3.2.5 Objekt 3800: Systemeinstellung, Tastensperre, Login, Passwort, Werkseinstellung**

3800	RECORD	System settings			
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	13	UINT8	ro
1	VAR	Key lock	x	UINT8	rw
2	VAR	Key lock countdown [min]	x	UINT8	rw
0B	VAR	Current access authorization	x	UINT8	ro
0C	VAR	Login	x	STRING(32)	wo
0D	VAR	Logout	x	BIT	rw
0E	VAR	User level when restarting	x	UINT8	rw
0F	VAR	Change password old	x	STRING(32)	wo
10	VAR	Change password new	x	STRING(32)	wo
11	VAR	Change password repeat	x	STRING(32)	wo
15	VAR	Reset to factory measurement settings	x	BIT	wo
16	VAR	Reset to factory device settings	x	BIT	wo
18	VAR	Reset to factory all settings	x	BIT	wo
19	VAR	Reboot sensor	x	BIT	wo

Current access authorization	Logout	User level when restarting	Reset to factory measurement settings	Reset to factory device settings	Reset to factory all settings	Reboot sensor
1 - User	0 - No	1 - User	0 - False	0 - False	0 - False	0 - False
3 - Professional	1 - Yes	2 - Professional	1 - True	1 - True	1 - True	1 - True
4 - Professional+						

**A 5.3.2.6 Objekt 3850: Messaufgabe**

3850	RECORD	Device settings			
------	--------	-----------------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	UINT8	ro
1	VAR	Load	x	BIT	wo
2	VAR	Save	x	BIT	wo

Load	Save
0 - False	0 - False
1 - True	1 - True

**A 5.3.2.7 Objekt 3851: Signalqualität**

3851	RECORD	Preset settings			
------	--------	-----------------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	3	UINT8	ro
1	VAR	Mode	x	UINT8	rw
2	VAR	List	x	STRING(230)	ro
3	VAR	Read	x	STRING(32)	wo

Mode

- 0 - None
- 1 - Static (Statisch)
- 2 - Balanced (Ausgewogen)
- 3 - Dynamic (Dynamisch)
- 4 - No averaging (Ohne Mittelung)

**A 5.3.2.8 Objekt 3852: Laden, Speichern**

3852	RECORD	Measurement settings
------	--------	----------------------

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	6	UINT8	ro
1	VAR	Current	x	STRING(32)	ro
2	VAR	Read	x	STRING(32)	wo
3	VAR	Store	x	STRING(32)	wo
4	VAR	Delete	x	STRING(32)	wo
5	VAR	Initial	x	STRING(32)	rw
6	VAR	List	x	STRING(230)	ro

- Current: Enthält im Feld `String` das aktuell verwendete Anwenderprogramm (Setup).
- Read: Read lädt ein Messprogramm und aktiviert dieses, dazu Setupname im Feld `String` eintragen und mit OK bestätigen
- Store: Store speichert ein Messprogramm, dazu Setupname im Feld `String` eintragen und mit OK bestätigen
- Delete: Setupname im Feld `String` eintragen und mit OK bestätigen
- Initial: Zeigt das bei einem Start des Sensors zu ladende Anwenderprogramm an.
- List: Zeigt die Namen der Anwenderprogramme (Setups) an.

**A 5.3.2.9 Objekt 3900: Sensorinformation**

3900	RECORD	Sensor information
------	--------	--------------------

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	UINT8	ro
1	VAR	Measurement range	x	FLOAT	ro
2	VAR	Option	x	STRING32	ro

- Measurement range: Liefert den Messbereich des Sensors zurück
- Option: Enthält die Optionsnummer des Sensors



## A 5.4 Mappable Objects - Prozessdaten

### A 5.4.1 Allgemein

Stellt alle einzeln verfügbaren Prozessdaten dar.

Die Objekte 0x600x bis 0x6008 sind wie folgt aufgebaut:

[INDEX]		[NAME]		
	0	Subindex 0	Uint8	ro
	1	Subindex 1	[DATENTYP]	ro

Ein Prozessdatenobjekt ist ein Array, dessen Länge dem maximalen Oversampling entspricht. Der ILD1900-IE unterstützt aktuell ein Oversampling von maximal 4. Das Objekt 0x6000 (Frequency) besitzt also die Subindizes 1, 2, 3 und 4, die je einen Oversampling-Wert repräsentieren.

Die Werte der Prozessdaten können auch asynchron über SDOs gelesen werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass immer nur der Wert im Subindex 1 gelesen werden kann. Ältere Werte, bedingt durch das Oversampling, können azyklisch nicht gelesen werden. Die Subindizes größer 1 geben dementsprechend immer 0 zurück.

### A 5.4.2 Objekt 6000: Belichtungszeit

Index	Name	Datentyp	Access
0x6000	out_shutter	ARRAY	

Subindizes

0	Anzahl Einträge	Unsigned8	ro
1	out_shutter__OV00	Unsigned32	ro
2	out_shutter__OV01	Unsigned32	ro
3	out_shutter__OV02	Unsigned32	ro
4	out_shutter__OV03	Unsigned32	ro

**A 5.4.3 Objekt 6001: Messfrequenz**

Index	Name	Datentyp	Access
0x6001	out_frequency	ARRAY	

Subindices

0	Anzahl Einträge	Unsigned8	ro
1	out_frequency__OV00	Unsigned32	ro
2	out_frequency__OV01	Unsigned32	ro
3	out_frequency__OV02	Unsigned32	ro
4	out_frequency__OV03	Unsigned32	ro

**A 5.4.4 Objekt 6002: Zeitstempel**

Index	Name	Datentyp	Access
0x6002	out_frametimestamp	ARRAY	

Subindices

0	Anzahl Einträge	Unsigned8	ro
1	out_frametimestamp__OV00	Unsigned32	ro
2	out_frametimestamp__OV01	Unsigned32	ro
3	out_frametimestamp__OV02	Unsigned32	ro
4	out_frametimestamp__OV03	Unsigned32	ro

**A 5.4.5 Objekt 6003: Messwertzähler**

Index	Name	Datentyp	Access
0x6003	out_framecounter	ARRAY	

Subindices

0	Anzahl Einträge	Unsigned8	ro
1	out_framecounter__OV00	Unsigned32	ro
2	out_framecounter__OV01	Unsigned32	ro
3	out_framecounter__OV02	Unsigned32	ro
4	out_framecounter__OV03	Unsigned32	ro

**A 5.4.6 Objekt 6004: Frame-Status**

Index	Name	Datentyp	Access
0x6004	out_framestatus	ARRAY	

Subindizes

0	Anzahl Einträge	Unsigned8	ro
1	out_framestatus__OV00	Unsigned32	ro
...			
4	out_framestatus__OV03	Unsigned32	ro

**A 5.4.7 Objekt 6005: Abstandswert, nicht linearisiert**

Index	Name	Datentyp	Access
0x6005	out_01_md_unlin	ARRAY	

Subindizes

0	Anzahl Einträge	Unsigned8	ro
1	out_01_md_unlin__OV00	Unsigned32	ro
...			
4	out_01_md_unlin__OV03	Unsigned32	ro

**A 5.4.8 Objekt 6006: Intensität**

Index	Name	Datentyp	Access
0x6006	out_md_intensity	ARRAY	

Subindizes

0	Anzahl Einträge	Unsigned8	ro
1	out_md_intensity__OV00	Unsigned32	ro
...			
4	out_md_intensity__OV03	Unsigned32	ro

**A 5.4.9 Objekt 6007: Abstandswert, linearisiert**

Index	Name	Datentyp	Access
0x6007	out_01_md_lin	ARRAY	

## Subindices

0	Anzahl Einträge	Unsigned8	ro
1	out_01_md_lin__OV00	Unsigned32	ro
...			
4	out_01_md_lin__OV03	Unsigned32	ro

**A 5.4.10 Objekt 6008: Peakabstand**

Index	Name	Datentyp	Access
0x6008	out_01_peak1_distance	ARRAY	

## Subindices

0	Anzahl Einträge	Unsigned8	ro
1	out_01_peak1_distance__OV00	Unsigned32	ro
...			
4	out_01_peak1_distance__OV03	Unsigned32	ro

## A 5.5 Fehlercodes für SDO-Services

Wird eine SDO-Anforderung negativ bewertet, so wird ein entsprechender Fehlercode im „Abort SDO Transfer Protocol“ ausgegeben.

Fehlercode hex	Bedeutung
0503 0000	Toggle-Bit hat sich nicht geändert
0504 0000	SDO-Protokoll Timeout abgelaufen
0504 0001	Ungültiges Kommando eingetragen
0504 0005	Nicht genügend Speicher
0601 0000	Zugriff auf Objekt (Parameter) nicht unterstützt
0601 0001	Leseversuch auf einen „nur schreib Parameter“
0601 0002	Schreibversuch auf einen „nur lese Parameter“
0602 0000	Objekt (Parameter) ist nicht im Objektverzeichnis aufgeführt
0604 0041	Objekt (Parameter) ist nicht auf PDO abbildbar
0604 0042	Anzahl oder Länge der zu übertragenden Objekte überschreitet PDO-Länge
0604 0047	Allgemeine interne Geräte-Inkompatibilität
0606 0000	Zugriff verweigert wegen eines Hardwarefehlers
0607 0010	Falscher Datentyp oder Länge des Service-Parameters stimmt nicht
0607 0012	Falscher Datentyp oder Länge des Service-Parameters zu groß
0607 0013	Falscher Datentyp oder Länge des Service-Parameters zu klein
0609 0011	Subindex existiert nicht
0609 0030	Ungültiger Wert des Parameters (nur bei Schreibzugriff)
0609 0031	Wert des Parameters zu groß
0609 0032	Wert des Parameters zu klein
0609 0036	Maximalwert unterschreitet Minimalwert
0800 0000	Allgemeiner Fehler
0800 0020	Daten können nicht in Anwendung übertragen oder gespeichert werden

0800 0021	Daten können nicht in Anwendung übertragen oder gespeichert werden, wegen lokaler Steuerung
0800 0022	Daten können nicht in Anwendung übertragen oder gespeichert werden, wegen Gerätezustand
0800 0023	Dynamische Generierung des Objektverzeichnisses fehlgeschlagen oder kein Objektverzeichnis verfügbar

## A 5.6 Oversampling

Im Betrieb ohne Oversampling wird mit jedem Feldbuszyklus der letzte angefallene Messwertdatensatz zum EtherCAT-Master übertragen, siehe Kap. A 5.3.1.7. Für große Feldbuszykluszeiten stehen somit evtl. Messwertdatensätze nicht zur Verfügung. Mit dem konfigurierbarem Oversampling werden alle (oder auswählbare) Messwertdatensätze gesammelt und beim nächsten Feldbuszyklus gemeinsam zum Master übertragen. Generell hängt ein mögliches Oversampling vom Verhältnis Sensor-Messrate zu Feldbuszykluszeit ab.

Der Oversampling-Faktor gibt an, wie viele Samples pro Buszyklus übertragen werden. Aktuell unterstützt der ILD1900-IE ein Oversampling von 1, 2 und 4. Ein Oversampling-Faktor von z. B. 2 bedeutet, dass pro Buszyklus 2 Samples übertragen werden.

Für das TxPDO-Mapping, siehe Abb. 35, ist der Basisindex der PDO-Mapping-Objekte mit dem Oversampling-Faktor 1 enthalten. Zur Ermittlung des Indexes für die Auswahl eines anderen Oversampling-Faktors dient folgende Liste:

- Basisindex + 1: Oversampling-Faktor 2
- Basisindex + 2: Oversampling-Faktor 4
- Basisindex + 3: Oversampling-Faktor 8

Es dürfen immer nur Mapping-Objekte mit gleichem Oversampling Faktor in 0x1C13h ausgewählt werden.

### Beispiel:

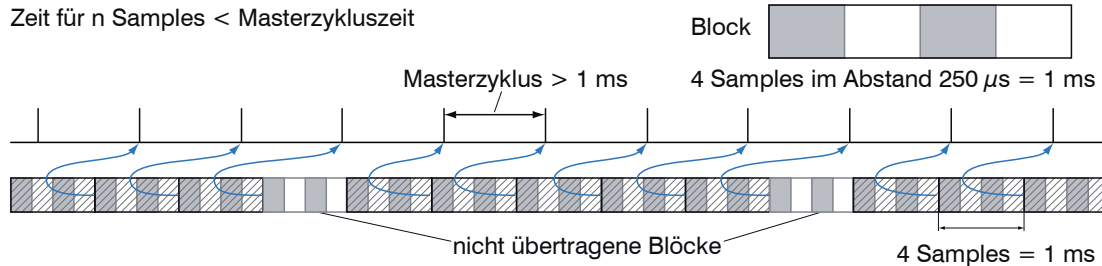
- Der Feldbus/EtherCAT Master wird mit 1 ms Zykluszeit betrieben weil z. B. die übergeordnete SPS mit 1 ms Zykluszeit betrieben wird. Damit wird dem ILD1900-IE alle 1 ms ein EtherCAT-Frame zur Abholung der Prozessdaten geschickt. Ist die Messfrequenz im Sensor auf 4 kHz eingestellt, muss ein Oversampling-Faktor von 4 eingestellt werden.
- Startup-Prozedur um den Abstandswert mit einem Oversampling-Faktor von 4 auszugeben.
  - Der Abstandswert wird in Objekt 0x6007h ausgegeben. Um dieses Objekt im PDO zu übertragen, muss in Objekt 0x1C13:01h, PDO-Map-Objekt 0x1A10 ausgewählt werden. Für das 4-Fach Oversampling muss jedoch 0x1A12 (Basisindex 0x1A10 + 2) ausgewählt werden.

1A11:0	Unlin + Intensity + Lin TxPDOMap OV2	RO	> 6 <
1A11:01	SubIndex 001	RO	0x6005:01, 32
1A11:02	SubIndex 002	RO	0x6005:02, 32
1A11:03	SubIndex 003	RO	0x6006:01, 32
1A11:04	SubIndex 004	RO	0x6006:02, 32
1A11:05	SubIndex 005	RO	0x6007:01, 32
1A11:06	SubIndex 006	RO	0x6007:02, 32
1A12:0	Unlin + Intensity + Lin TxPDOMap OV4	RO	> 12 <
1A12:01	SubIndex 001	RO	0x6005:01, 32
1A12:02	SubIndex 002	RO	0x6005:02, 32
1A12:03	SubIndex 003	RO	0x6005:03, 32
1A12:04	SubIndex 004	RO	0x6005:04, 32
1A12:05	SubIndex 005	RO	0x6006:01, 32
1A12:06	SubIndex 006	RO	0x6006:02, 32
1A12:07	SubIndex 007	RO	0x6006:03, 32
1A12:08	SubIndex 008	RO	0x6006:04, 32
1A12:09	SubIndex 009	RO	0x6007:01, 32
1A12:0A	SubIndex 010	RO	0x6007:02, 32
1A12:0B	SubIndex 011	RO	0x6007:03, 32
1A12:0C	SubIndex 012	RO	0x6007:04, 32

Um aufgrund der Asynchronität zwischen Masterzyklus und Slavezyklus sicherzustellen, dass keine Samples verloren gehen, sollte die Masterzykluszeit immer kleiner als die Zeit für das Zusammenstellen eines Blockes aus  $n$  Samples sein.

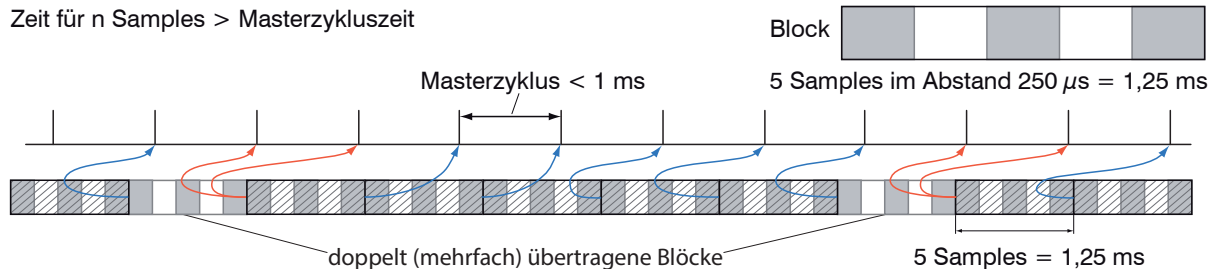
Ein ganzer Block wird mit den angegebenen Samples erst der EtherCAT - Seite zur Verfügung gestellt, nachdem alle angegebenen Samples in den Block geschrieben wurden. Ist die Zeit für das Füllen eines Blockes kürzer als die Masterzykluszeit, werden einzelne Blöcke nicht übertragen. Es kann nämlich vorkommen, dass bereits der nächste Block mit Samples gefüllt wird, bevor mit einem Masterzyklus der bereits vorher gefüllte Block abgeholt wird.

Zeit für  $n$  Samples  $<$  Masterzykluszeit



Wird die Anzahl der Samples dagegen so groß gewählt, dass die Zeit für das Füllen eines Blockes größer als die Masterzykluszeit wird, wird jeder Block durch einen Masterzyklus abgeholt. Allerdings werden einzelne Blöcke (und somit Samples) doppelt oder mehrfach übertragen. Das kann durch Übertragen des Timestamp oder Valuecounter (siehe Objekt 0x6002, 0x6003) auf der Masterseite detektiert werden.

Zeit für  $n$  Samples  $>$  Masterzykluszeit





## A 5.7 Update

Um die Firmware des Sensors zu updaten, stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Update über EoE (Ethernet over EtherCAT) bzw. Telnet
- Update über FoE (File Access over EtherCAT)

### A 5.7.1 Update über FoE

Über FoE ist es möglich, ein Update des Sensors durchzuführen. Dazu wird eine \*.mef-Datei über FoE an den Sensor übertragen. Name und Passwort der Datei müssen dazu wie folgt übereinstimmen:

Name: `optoNCDT_1900.mef`

Passwort: `0x00000000`

Der Sensor überprüft bei der Übertragung den Anfang der Datei. Wenn die Datei nicht das korrekte Format aufweist, wird der Sensor die Übertragung abbrechen. Nachdem die Datei vollständig übertragen wurde, beginnt der Sensor automatisch mit dem Update, was zu einem Verbindungsverlust mit dem EtherCAT-Master führt.

### A 5.7.2 Update über EoE

Ein Update erfolgt über eine \*.meu-Datei. Hierfür wird das Firmware-Update Tool `Update_Sensor.exe` benötigt.

Die aktuelle Firmware erhalten Sie unter [www.micro-epsilon.de/service/download/software](http://www.micro-epsilon.de/service/download/software).

Um ein Update durchzuführen, müssen sie im Firmware-Update-Tool `Ethernet` anhaken und die IP-Adresse, die sie über den EtherCAT-Master konfiguriert haben, eintragen. Mit `Aktualisieren` können Sie überprüfen, ob der Sensor auf dieser IP-Adresse gefunden werden kann. Wählen sie anschließend über „...“ die \*.meu-Datei aus und bestätigen sie dann mit `Update senden`. Zunächst wird das Update an den Sensor übertragen. Nach vollständiger Übertragung startet die Installation automatisch. Trennen sie den Sensor nicht vom Strom. Nach Abschluss der Installation wird die Meldung `Alle Updates erfolgreich` eingeblendet. Der Sensor ist wieder betriebsbereit.

## A 5.8 Operational Modes

### A 5.8.1 Free Run

Es erfolgt keine Synchronisierung zwischen Sensor und EtherCAT-Master. Ein Update der PDOs erfolgt basierend auf der internen Messrate. Die Messrate wird über das Objekt 0x3200:003 eingestellt. PDO-Frames können verloren gehen oder doppelt auftreten. Eine lückenlose Übertragung der PDO-Frames an den EtherCAT-Master ist nur dann gegeben, wenn Oversampling und Messrate im richtigen Verhältnis zum Buszyklus stehen, siehe Kap. A 5.6. Sie können den Messwert-Zähler in 0x6003 nutzen, damit durch die fehlende Synchronisation Messwerte nicht doppelt ausgewertet werden.

### A 5.8.2 Distributed Clocks SYNC0 Synchronisierung

Es erfolgt eine Synchronisierung zwischen Sensor und EtherCAT-Master über die Sync0-Zykluszeit. Ein Update der PDOs erfolgt basierend auf der Sync0-Zykluszeit, welche die interne Messrate ersetzt. In diesem Modus kann ein EtherCAT-Master die Messwertaufnahme zur EtherCAT-Zykluszeit synchronisieren und die Messwertaufnahme mehrere Controller synchronisieren.

Beachten Sie, dass die Messungen im Sensor zwar auf die Sync0-Zykluszeit synchronisiert sind, aber die Übermittlung der Werte an den EtherCAT-Master erfolgt wiederum asynchron mit dem Buszyklus. Eine synchrone Übermittlung der Werte an den EtherCAT-Master ist nur dann gegeben, wenn Oversampling und Sync0-Zykluszeit im richtigen Verhältnis zum Buszyklus stehen, siehe Kap. A 5.6.

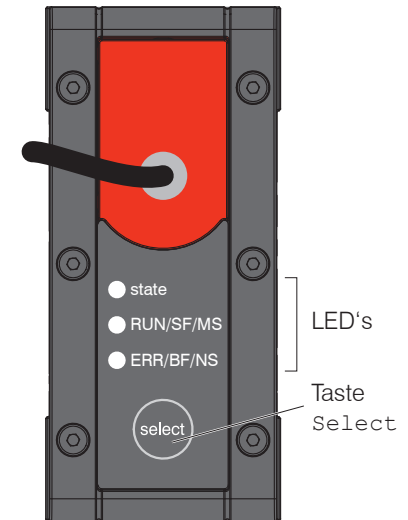
In der ESI-Datei sind vordefinierte SYNC0-Zykluszeiten vorhanden. Es kann aber jede beliebige Zykluszeit in den Grenzen von 100000 ns (Messrate = 10,0 kHz) bis 4000000 ns (Messrate = 0,25 kHz) eingestellt werden.

### A 5.8.3 SM2/SM3 Synchronisierung

Der Sensor liefert mit jedem SM2- oder SM3-Event aktuelle Daten an den EtherCAT-Master. Dabei ist zu beachten, dass die Daten der PDOs mit der internen Messrate unabhängig vom Buszyklus aktualisiert werden. Dadurch können PDO-Frames verloren gehen oder doppelt auftreten. Eine lückenlose Übertragung der PDO-Frames an den EtherCAT-Master ist nur dann gegeben, wenn Oversampling und Messrate im richtigen Verhältnis zum Buszyklus stehen, siehe Kap. A 5.6.

### A 5.9 Bedeutung der LED's RUN und ERR im EtherCAT-Betrieb

<b>LED RUN</b>	<b>Bedeutung</b>	
	Grün aus	INIT- Zustand
	Grün blinkend 2,5 Hz	PRE-OP-Zustand
	Grün Single Flash, 200 ms ON / 1000 ms OFF	SAFE-OP-Zustand
	Grün an	OP-Zustand
<b>LED ERR</b>	<b>Bedeutung</b>	
	Rot aus	Keine Störung
	Rot blinkend 2,5 Hz	Ungültige Konfiguration
	Rot Single Flash, 200 ms ON / 1000 ms OFF	Nicht angeforderte Zustandsänderung
	Rot Double Flash, 200 ms ON / 200 ms OFF 200 ms ON 400 ms OFF	Zeitüberschreitung des Watchdog
	Rot blinkend 10 Hz	Fehler beim Initialisieren



## A 5.10 EtherCAT-Konfiguration mit dem Beckhoff TwinCAT®-Manager

Als EtherCAT-Master auf dem PC kann z.B. die Software TCXAEShell der Firma Beckhoff verwendet werden.

Dieser Abschnitt geht davon aus, dass

- die Software TwinCAT XAE Shell auf Ihrem PC installiert ist,
- ein Sensor via LAN mit dem PC verbunden ist,
- kein TwinCAT-Projekt angelegt ist.

Die Gerätebeschreibungsdatei (EtherCAT®-Slave Information) `Micro-Epsilon_optoNCDT_19xx.xml` finden Sie online unter <https://www.micro-epsilon.de/download/software>.

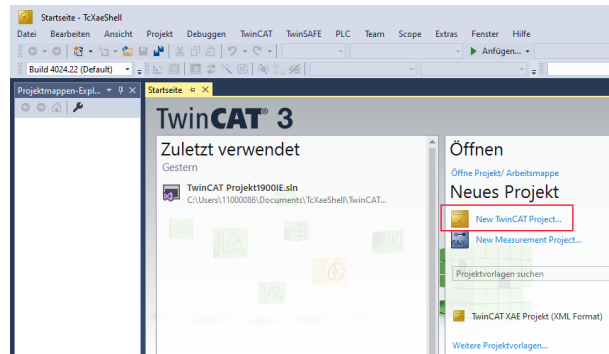
➡ Kopieren Sie die Gerätebeschreibungsdatei in das Verzeichnis `C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT`, bevor das Messgerät über EtherCAT® konfiguriert werden kann.

➡ Löschen Sie eventuell vorhandene ältere Dateien.

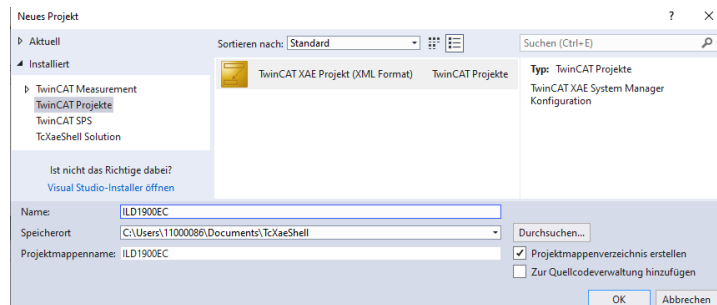
EtherCAT®-Slave-Informationsdateien sind XML-Dateien, welche die Eigenschaften des Slave-Geräts für den EtherCAT®-Master spezifizieren und Informationen zu den unterstützten Kommunikationsobjekten enthalten.

➡ Starten Sie das Programm `TwinCAT XAE Shell`.

➡ Initiieren Sie ein neues Projekt, klicken Sie dazu auf die Schaltfläche `New TwinCAT Project`.

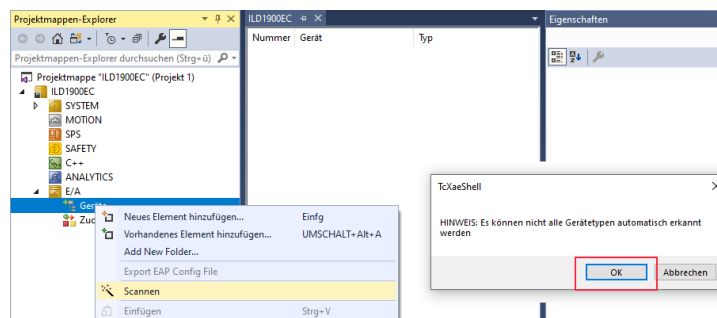


- ➔ Vergeben Sie für das Projekt einen Namen und wählen Sie einen geeigneten Speicherort.
- ➔ Quittieren Sie mit OK.

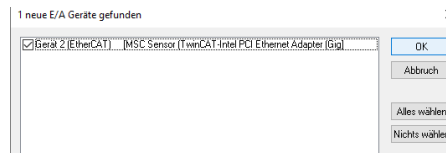


### Suchen eines Gerätes:

- ➔ Wechseln Sie in das Fenster **Projektmappen-Explorer**. Wählen Sie den Reiter **E/A**, Rechtsklick auf den Eintrag **Geräte**, dann **Scannen**.
- ➔ Bestätigen Sie mit **OK**.

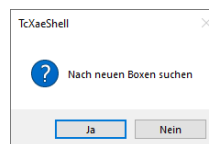


- ➔ Wählen Sie eine Netzwerkkarte aus, an denen nach EtherCAT®-Slaves gesucht werden soll.
- ➔ Bestätigen Sie mit **OK**.



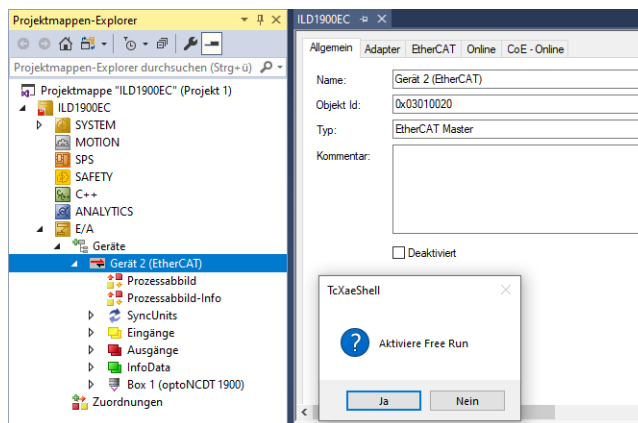
Es erscheint das Fenster „Nach neuen Boxen suchen“ (EtherCAT®-Slaves).

- ➔ Bestätigen Sie mit **Ja**.



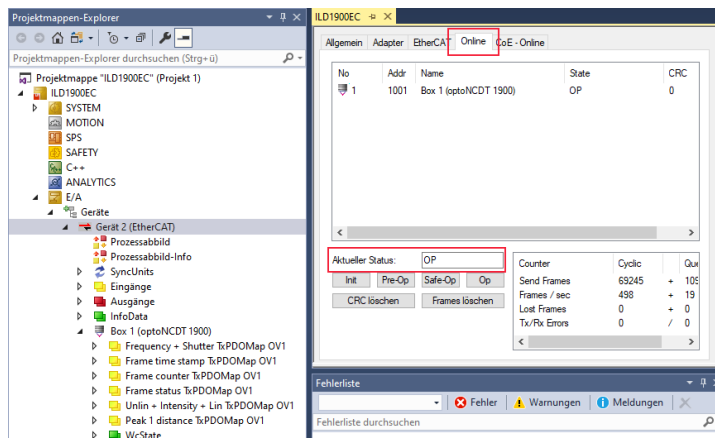
Der Sensor ist nun in der Geräte-Liste aufgeführt, siehe Fenster Projektmappen-Explorer.

➔ Bestätigen Sie nun das Fenster Activate Free Run mit Ja.



Auf der Online Seite sollte der aktuelle Status mindestens auf PREOP, SAFEOP oder OP stehen.

Falls in Aktueller Status ERR PREOP erscheint, wird im Meldungsfenster die Ursache gemeldet. Das wird dann der Fall sein, wenn die Einstellungen für das PDO-Mapping im Controller andere sind, als die Einstellungen in der ESI-Datei (Micro-Epsilon\_optoNCDT\_19xx.xml).



Über den Prozessdaten-Tab können weitere Daten ausgewählt werden.

Projektmappe-Explorer

Projektmappe "ILD1900EC" (Projekt 1)

- ILD1900EC
  - SYSTEM
  - MOTION
  - SPS
  - SAFETY
  - C++
  - ANALYTICS
  - E/A
    - Geräte
      - Gerät 2 (EtherCAT)
        - Prozessabbild
        - Prozessabbild-Info
        - SyncUnits
        - Eingänge
        - Ausgänge
        - InfoData
        - Box 1 (optoNCDT 1900)
          - Frequency + Shutter TxPDOMap OV1
          - Frame time stamp TxPDOMap OV1
          - Frame counter TxPDOMap OV1
          - Frame status TxPDOMap OV1
          - Unlin + Intensity + Lin TxPDOMap OV1
          - Peak 1 distance TxPDOMap OV1
          - WcState
          - InfoData
            - State
              - AdsAddr
                - netid
                - port
              - Zuordnungen

Sync Manager:

SM	Size	Type	Flags
0	1024	MbxOut	
1	1024	MbxIn	
2	0	Outputs	
3	36	Inputs	

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A01	16.0	Frequency + Shutter TxPDOMap ...	F		0
0x1A02	32.0	Frequency + Shutter TxPDOMap ...	F		0
0x1A04	4.0	Frame time stamp TxPDOMap OV1	F	3	0
0x1A05	8.0	Frame time stamp TxPDOMap OV2	F		0
0x1A06	16.0	Frame time stamp TxPDOMap OV4	F		0
0x1A08	4.0	Frame counter TxPDOMap OV1	F	3	0
0x1A09	8.0	Frame counter TxPDOMap OV2	F		0
0x1A0A	16.0	Frame counter TxPDOMap OV4	F		0
0x1A0C	4.0	Frame status TxPDOMap OV1	F	3	0
0x1A0D	8.0	Frame status TxPDOMap OV2	F		0

PDO Zuordnung (0x1C13):

- 0x1A00
- 0x1A01
- 0x1A02
- 0x1A04
- 0x1A05
- 0x1A06
- 0x1A08
- 0x1A09
- 0x1A0A

PDO Inhalt (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (hex)
0x6000:01	4.0	0.0	SubIndex 001	UDINT	
0x6001:01	4.0	4.0	SubIndex 001	UDINT	
		8.0			

Download

- PDO Zuordnung
- PDO Konfiguration

Predefined PDO Assignment: (keine)

Lade PDO Info aus dem Gerät

Sync Unit Zuordnung...

Name	Online	Typ	Größe	> Adre...	Ein/A...	User ID	Verknüpft mit
SubIndex 001	52	UDINT	4.0	39.0	Einga...	0	
SubIndex 001_1	4000	UDINT	4.0	43.0	Einga...	0	
SubIndex 001	2269468871	UDINT	4.0	47.0	Einga...	0	
SubIndex 001	60617402	UDINT	4.0	51.0	Einga...	0	
SubIndex 001	256	UDINT	4.0	55.0	Einga...	0	
SubIndex 001	125033	UDINT	4.0	59.0	Einga...	0	
SubIndex 001_1	475	UDINT	4.0	63.0	Einga...	0	
SubIndex 001_2	31022	UDINT	4.0	67.0	Einga...	0	

Der Umfang der angebotenen Prozessdaten und die Zuordnung der SyncManager kann jetzt eingesehen werden.

▶ Wählen Sie nun in das Menü TwinCAT und wählen Sie den Eintrag Restart TwinCAT (Config Mode).

Die Konfiguration ist nun abgeschlossen.

Im Status SAFEOP und OP werden die ausgewählten Messwerte als Prozessdaten übertragen.

The screenshot shows a software interface with two main panels. The left panel is the 'Projektmappen-Explorer' (Project Explorer) showing a tree view under 'Box 1 (optoNCDT 1900)'. The right panel is a table view for 'ILD1900EC' showing a single entry 'SubIndex 001'.

**Projektmappen-Explorer**

- Box 1 (optoNCDT 1900)
  - Frequency + Shutter TxPDOMap OV1
  - Frame time stamp TxPDOMap OV1
  - Frame counter TxPDOMap OV1
  - Frame status TxPDOMap OV1
  - Unlin + Intensity + Lin TxPDOMap OV1
  - Peak 1 distance TxPDOMap OV1
  - WcState

**ILD1900EC**

Name	[X]	Online	Typ	Größe	>Adresse	Ein/Aus	Verknüpft mit
SubIndex 001		145140	UDINT	4.0	71.0	Eingang	

**Fehlerliste**

Gesamte Projektmappe | 0 Fehler | 0 Warnungen | 0 Mitteilungen | Löschen







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

Your local contact: [www.micro-epsilon.com/contact/worldwide/](http://www.micro-epsilon.com/contact/worldwide/)

X9750444-A012062MSC

© MICRO-EPSILON MESSTECHNIK