



# Mehr Präzision.

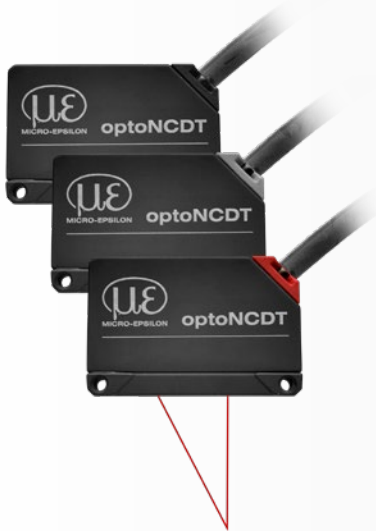
**optoNCDT** // Laser-Wegsensoren (Triangulation)



## optoNCDT 1x20

## Miniatur-Lasersensoren für Serienanwendungen

Ab Seite 14



Modell	Technologie	Messbereiche	Reproduzierbarkeit	Linearität
optoNCDT 1220		10 - 500 mm	1 $\mu\text{m}$	0,10 %
optoNCDT 1320		10 - 500 mm	1 $\mu\text{m}$	0,10 %
optoNCDT 1420		10 - 500 mm	0,5 $\mu\text{m}$	ab 0,08 %
optoNCDT 1420LL		10 - 50 mm	0,5 $\mu\text{m}$	ab 0,08 %
optoNCDT 1420CL1		10 - 50 mm	0,5 $\mu\text{m}$	ab 0,08 %

## optoNCDT 1900

## Performante Sensoren für die Präzisionsautomatisierung


Ab Seite 24



Modell	Technologie	Messbereiche	Reproduzierbarkeit	Linearität
optoNCDT 1900		2 - 500 mm	0,1 $\mu\text{m}$	ab 0,02 %
optoNCDT 1900LL		2 - 50 mm	0,1 $\mu\text{m}$	ab 0,02 %

# Smarte Laser-Sensoren für präzise Messungen optoNCDT 1900

designed for advanced  
**AUTOMATION**

-  Für gängige Oberflächen
-  Messrate bis 10 kHz
-  **INTERFACE** Analog (U/I) / RS422 / PROFINET / EtherNet/IP / EtherCAT
-  **ASc** Advanced-Surface-Compensation
-  Reproduzierbarkeit  $<0,1 \mu\text{m}$
-  Ideal für Serieneinsatz und OEM-Anwendungen
-  Höchste Fremdlichtbeständigkeit
-  Hohe Schock-/Vibrationsbeständigkeit



## Laser-Sensoren der nächsten Generation

Die optoNCDT 1900 Lasersensoren werden für dynamische Weg-, Abstands- und Positionsmessungen eingesetzt und bieten eine einmalige Kombination aus Performanz, Bauform und Integrierbarkeit. Der integrierte Hochleistungscontroller ermöglicht eine schnelle und hochpräzise Messwertverarbeitung und -ausgabe.

Einsatz finden die innovativen Sensoren überall dort, wo höchste Präzision mit neuester Technologie einhergeht, z.B. in der anspruchsvollen Automatisierung, der Automobilfertigung, im 3D-Druck und in Koordinatenmessmaschinen.

## Advanced-Surface-Compensation

### Intelligente Belichtungsregelung für anspruchsvolle Oberflächen

Die optoNCDT 1900 Lasersensoren sind mit einer intelligenten Oberflächenregelung ausgestattet. Innovative Algorithmen ermöglichen stabile Messergebnisse auch auf anspruchsvollen Oberflächen mit wechselnden Reflektionen. Darüber hinaus kompensieren die neuen Algorithmen Umgebungslicht bis zu 50.000 Lux. Die Sensoren verfügen somit über die höchste Fremdlichtbeständigkeit in ihrer Klasse und sind auch in stark beleuchteten Umgebungen einsetzbar.



**Advanced-Surface-Compensation**  
Bei schnell wechselnden Oberflächen ermöglicht die Belichtungsregelung zuverlässige Messergebnisse.

## Einfache Integration dank Industrial Ethernet

Die neuesten Laser-Triangulationssensoren optoNCDT 1900 sind auch mit integrierter Industrial-Ethernet-Schnittstelle erhältlich. Je nach Modell können Sie die volle Sensorleistung direkt und ohne zusätzliches Schnittstellenmodul über EtherCAT, EtherNet/IP oder PROFINET in Ihre SPS einbinden. Sie profitieren von Echtzeit-Daten ohne Zeitverzögerung und reduzieren den Installations- und Verdrahtungsaufwand.

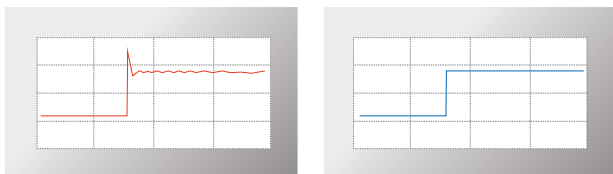
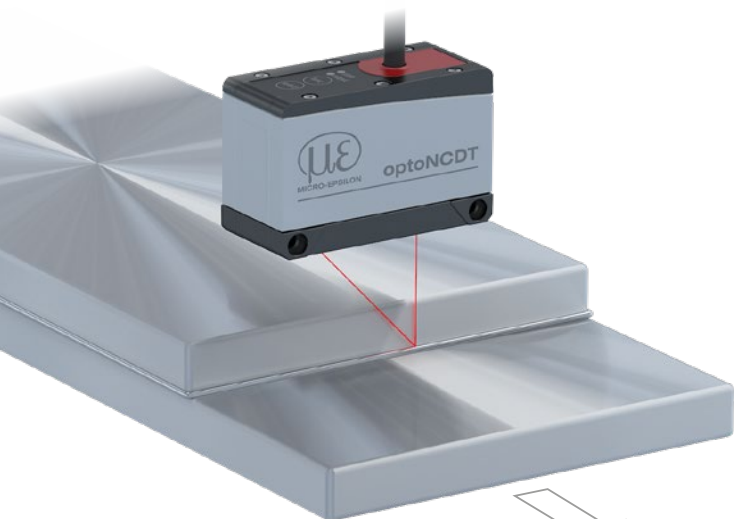
Die Parametrierung des Sensors kann je nach Modell direkt über Industrial-Ethernet oder weiterhin über das intuitive Webinterface erfolgen. Für sehr schnelle Messungen bietet der Sensor eine Oversampling-Funktion, womit sich Messdaten je nach Feldbus bis zu achtmal schneller aufnehmen bzw. übertragen lassen als es die Buszykluszeit ermöglicht.

EtherCAT®

EtherNet/IP®

PROFINET®

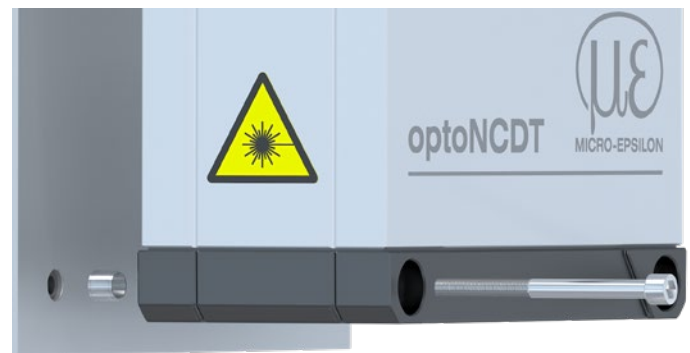
Modell	Technologie	Messbereiche	Reproduzierbarkeit	Linearität
optoNCDT 1900		2 - 500 mm	0,1 $\mu\text{m}$	ab 0,02 %
optoNCDT 1900LL		2 - 50 mm	0,1 $\mu\text{m}$	ab 0,02 %



Die zweistufige Messwert-Mittelung ermöglicht glatte Signalverläufe bei der Messung von Kanten (rechts), andernfalls entstehen Störsignale (links).

### Höchste Stabilität dank intelligenter Signaloptimierung

Zur Optimierung des Signals steht erstmals eine zweistufige Messwertmittelung zur Verfügung. Diese ermöglicht einen glatten Signalverlauf an Kanten und Stufen. Insbesondere bei schnellen Messungen von bewegten Teilen ermöglicht die Messwertmittelung einen präzisen Signalverlauf.



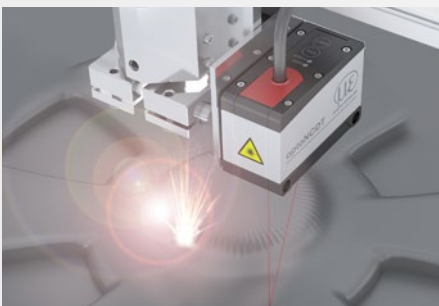
### Patenterte Montage

Einfache Befestigung und hohe Reproduzierbarkeit beim Sensortausch

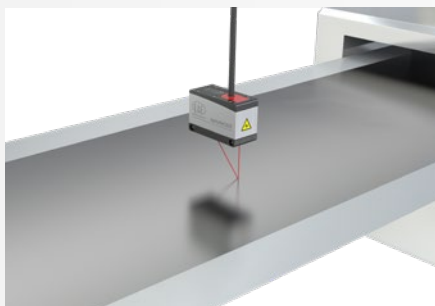
### Einfache Montage und Inbetriebnahme

Die Montage über Passhülsen richtet den Sensor automatisch in die korrekte Position aus. Dies ermöglicht sowohl einen einfachen Sensorwechsel sowie eine noch höhere Präzision bei der Lösung von Messaufgaben. Dank der geringen Abmessungen kann der Laser-Sensor auch in beengte Bauräume integriert werden.

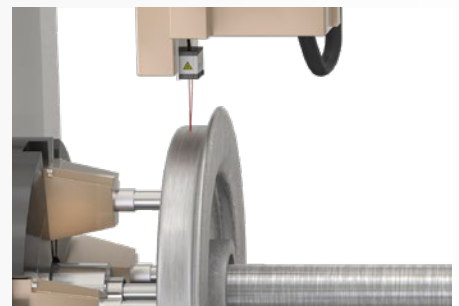
## Anwendungsbeispiele



Abstandsmessung von Druckköpfen



Dickenmessung von Elektrodenfolien



Verschleißprüfung von Radreifen



## Laser-Line - optoNCDT 1900LL

Modell		ILD1900-2LL	ILD1900-6LL	ILD1900-10LL	ILD1900-25LL	ILD1900-50LL
Messbereich		2 mm	6 mm	10 mm	25 mm	50 mm
Messbereichsanfang		15 mm	17 mm	20 mm	25 mm	40 mm
Messbereichsmittle		16 mm	20 mm	25 mm	37,5 mm	65 mm
Messbereichsende		17 mm	23 mm	30 mm	50 mm	90 mm
Linearität <sup>[1]</sup>		< ±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
Lichtpunktdurchmesser <sup>[3]</sup>	MBA	55 x 480 µm	100 x 600 µm	125 x 730 µm	210 x 950 µm	235 µm x 1280 µm
	MBM	40 x 460 µm	50 x 565 µm	55 x 690 µm	80 x 970 µm	125 µm x 1500 µm
	MBE	55 x 440 µm	100 x 525 µm	125 x 660 µm	220 x 1000 µm	325 µm x 1740 µm
	kleinster Ø	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
Zulässiges Fremdlicht		50.000 lx				

<sup>[1]</sup> Bezogen auf Digitalausgang; d.M. = des Messbereichs

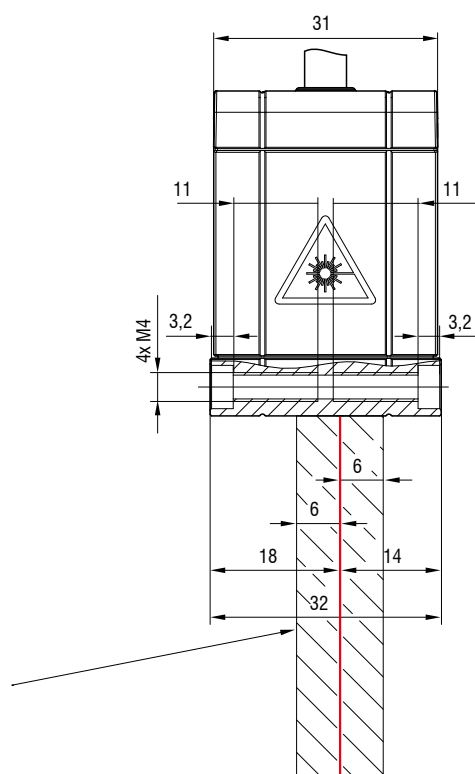
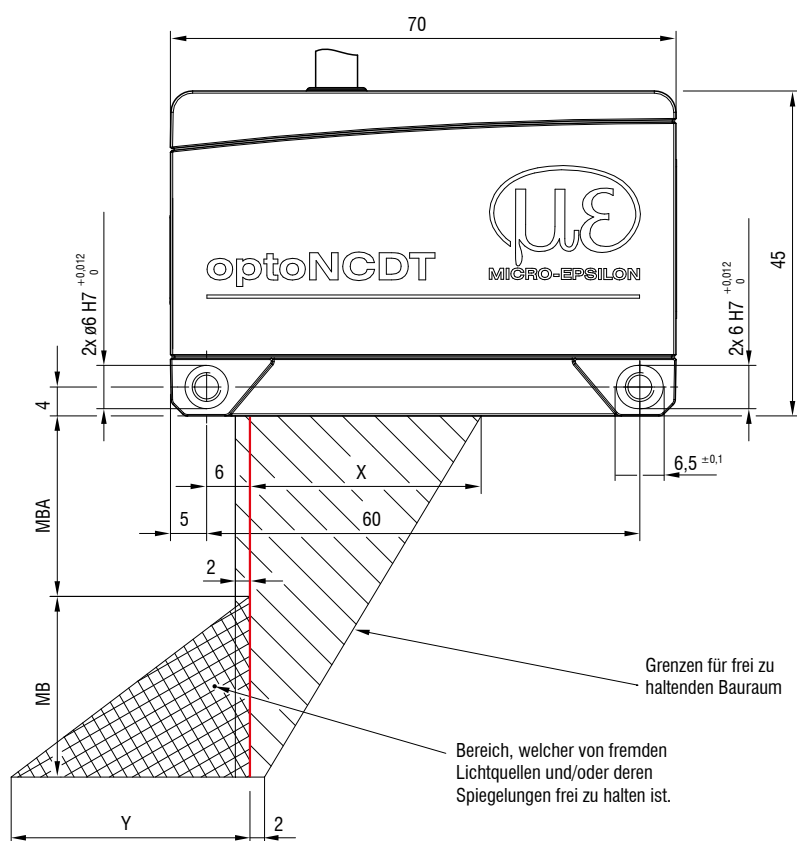
Angaben gültig für weiße, diffus reflektierende Oberflächen (Micro-Epsilon Referenz-Keramik für ILD-Sensoren)

<sup>[2]</sup> Typischer Wert bei Messung mit 4 kHz und Median 9

<sup>[3]</sup> ± 10 %; MBA = Messbereichsanfang; MBM = Messbereichsmittle; MBE = Messbereichsende

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

# Abmessungen optoNCDT 1900



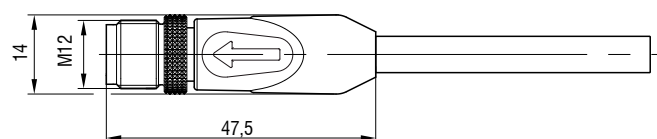
MB	MBA	X	Y
2	15	23	3
6	17	27	9
10	20	33	14
25	25	33	33
50	40	36	45
100	50	37	75
200	60	39	130
500	100	43	215

(Maße in mm, nicht maßstabgetreu)

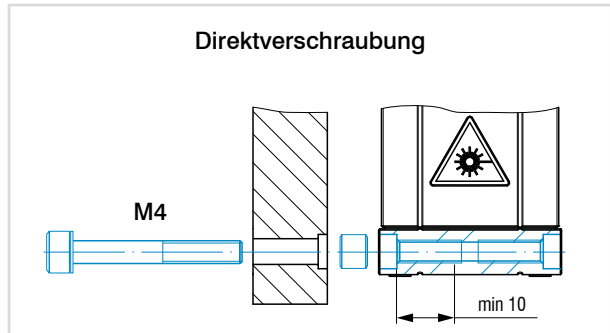
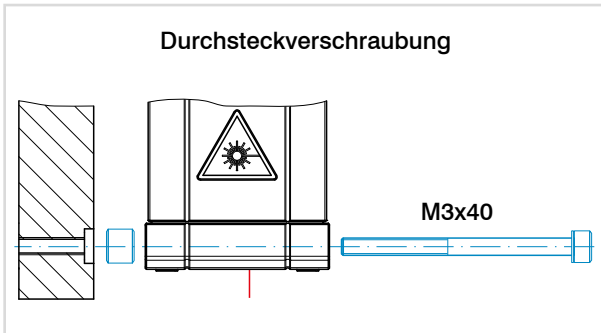
MB = Messbereich; MBA = Messbereichsanfang;

MBM = Messbereichsmittle; MBE = Messbereichsende

## Kabelkupplung (sensorseitig)



## Montagemöglichkeiten



## Zubehör für optoNCDT 1900/1910

### Netzteil

PS2020 (Netzgerät 24 V / 2,5 A; Eingang 100-240 VAC, Ausgang 24 VDC / 2,5 A; Montage auf symmetrischer Normschiene 35 mm x 7,5 mm, DIN 50022)

### Schutzfolie

Transparente Schutzfolie 52 x 15 mm für IL1900

### Schutzgehäuse

mit Luftspülung und Kühlung, siehe Seite 62

## Lieferumfang

- 1 Sensor IL1900/1910
- 1 Montageanleitung
- 1 Kalibrierprotokoll
- Zubehör (2 Stück Zentrierhülse, 2 Stück M3 x 40)




## Artikelbezeichnung

ILD1900-	6	LL	CL3B	EtherCAT
				<b>Schnittstelle</b> Keine Angabe: RS422, Strom, Spannung (Standard) Integrierter Feldbus: EtherCAT, EtherNet/IP, PROFINET
				<b>Laserklasse</b> Keine Angabe: Klasse 2 (Standard) 3B: auf Anfrage 3R: auf Anfrage
				<b>Laserart</b> Keine Angabe: Roter Laser Punkt (Standard) LL: Laser Line
Messbereich in mm				
<b>Modellreihe</b>				
ILD1900: Laser-Wegsensor für Advanced Automation				

# Anschlussmöglichkeiten optoNCDT 1900








## Anschlussmöglichkeiten für Sensoren mit integriertem Kabel

Kabeldurchmesser: 5,80 ±0,2 mm  
 Schleppkette: ja  
 Roboter: nein  
 Temperaturbereich: -25 ... 80 °C (bewegt)  
 -40 ... 80 °C (nicht bewegt)  
 Biegeradius: > 30 mm (fest verlegt)  
 > 75 mm (dynamisch)

Sensor	Kabel	Typ	Anschlussmöglichkeiten und Zubehör	
LD1900-xx ILD1900-xxLL ILD1910-xx	integriertes Kabel Länge 3 m	Offene Enden	<b>Anschluss Versorgungsspannung</b> Netzteil PS2020	
			<b>Schnittstellenmodul von RS422 auf USB</b> IF2001/USB IC2001/USB	
			<b>Schnittstellenmodul zur Industrial Ethernet Anbindung</b> IF2035-PROFINET IF2035-EIP IF2035-EtherCAT	

## Schleppkettentaugliche Anschlusskabel für Sensoren mit Pigtail




Kabeldurchmesser: 6,7 ±0,2 mm  
 Schleppkette: ja  
 Roboter: nein  
 Temperaturbereich: -25 ... 80 °C (bewegt) (bis +105 °C für max. 3000 Std.)  
 -40 ... 80 °C (nicht bewegt)  
 Biegeradius: > 34 mm (fest verlegt)  
 > 67 mm (dynamisch)  
 > 81 mm (Schleppkette)

Sensor	Kabel	Typ	Anschlussmöglichkeiten und Zubehör	
ILD1900-xx ILD1900-xxLL ILD1910-xx	<b>Verlängerungskabel Pigtail</b> Längen 3 m / 6 m / 9 m / 15 m Art. Nr.      Bezeichnung 29011218      PC1900-3/OE 29011219      PC1900-6/OE 29011220      PC1900-9/OE 29011221      PC1900-15/OE	Offene Enden	<b>Anschluss Versorgungsspannung</b> PS2020	
			<b>Schnittstellenmodul von RS422 auf USB</b> IF2001/USB IC2001/USB	
			<b>Schnittstellenmodul zur Industrial Ethernet Anbindung</b> IF2035-PROFINET IF2035-EIP IF2035-EtherCAT	
			<b>Interfacekarte zur synchronen Datenaufnahme</b> IF2008PCIe / IF2008E	
	<b>Adapterkabel für PC-Interface-Karte</b> Längen 3 m / 6 m / 9 m / 15 m Art. Nr.      Bezeichnung 29011316      PC1900-3/IF2008 PCIE 29011317      PC1900-6/IF2008 PCIE 29011318      PC1900-9/IF2008 PCIE 29011319      PC1900-15/IF2008 PCIE	Sub-D	<b>4-fach Schnittstellenmodul von RS422 auf USB</b> IF2004/USB	
	<b>Adapterkabel für Sensorverrechnung</b> Längen 3 m / 6 m / 9 m / 15 m Art. Nr.      Bezeichnung 29011320      PC1900-3/C-Box 29011321      PC1900-6/C-Box 29011322      PC1900-9/C-Box 29011323      PC1900-15/C-Box	Sub-D	<b>Controller zur D/A-Wandlung und Verrechnung von bis zu 2 Sensorsignalen</b> Dual Processing Unit	
	<b>Adapterkabel für Sensorverrechnung</b> Länge 2 m Art. Nr.      Bezeichnung 29011326      PCE1900-3/M12	M12	<b>Schnittstellenmodul zur Ethernet-Anbindung von bis zu 8 Sensoren</b> IF2008/ETH	




## Robotertaugliche Anschlusskabel

Kabeldurchmesser:	ca. 7,3 mm
Schleppkette:	nein
Roboter:	ja
Temperaturbereich:	-40 ... 90 °C (bewegt) -50 ... 90 °C (nicht bewegt)
Biegeradius:	> 37 mm (fest verlegt) > 73 mm (dynamisch)

Sensor	Kabel	Typ	Anschlussmöglichkeiten und Zubehör	
LD1900-xx ILD1900-xxLL  ILD1910-xx	<b>Verlängerungskabel Pigtail</b> Längen 3 m / 6 m / 9 m / 15 m  <i>Art. Nr.</i> <i>Bezeichnung</i> 29011404     PC1900R-3/OE 29011405     PC1900R-6/OE 29011406     PC1900R-9/OE 29011407     PC1900R-15/OE	Offene Enden	<b>Anschluss Versorgungsspannung</b> PS2020	
	<b>Schnittstellenmodul von RS422 auf USB</b> IF2001/USB IC2001/USB			
			<b>Schnittstellenmodul zur Industrial Ethernet Anbindung</b> IF2035-PROFINET IF2035-EIP IF2035-EtherCAT	




## Anschlusskabel für Sensoren mit integrierter Industrial Ethernet-Schnittstelle

Kabeldurchmesser:	7,5 ±0,2 mm
Schleppkette:	ja
Roboter:	nein
Temperaturbereich:	-40 ... 90 °C (bewegt) -50 ... 90 °C (nicht bewegt)
Biegeradius:	> 38 mm (fest verlegt) > 75 mm (dynamisch)

Sensor	Kabel	Typ	Anschlussmöglichkeiten und Zubehör	
ILD1900-xx-PROFINET ILD1900-xxLL-PROFINET  ILD1900-xx-EtherCAT ILD1900-xxLL-EtherCAT	<b>Anschlusskabel PoE, Laser On/Off Hardware</b> Längen 3 m / 6 m / 9 m / 15 m  <i>Art. Nr.</i> <i>Bezeichnung</i> 29011332     PC1900-IE-3/OE-RJ45 29011333     PC1900-IE-6/OE-RJ45 29011334     PC1900-IE-9/OE-RJ45 29011444     PC1900-IE-15/OE-RJ45	Offene Enden & RJ45	<b>Signal / Versorgung PoE</b>  optional: PoE Switch	
	<b>Anschlusskabel PoE, Laser On/Off Software</b> Längen 3 m / 6 m / 9 m / 15 m  <i>Art. Nr.</i> <i>Bezeichnung</i> 29011338     PC1900-IE-3/RJ45 29011355     PC1900-IE-6/RJ45 29011356     PC1900-IE-9/RJ45 29011445     PC1900-IE-15/RJ45			

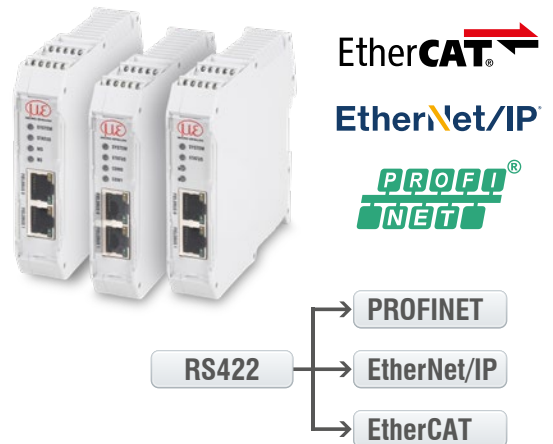
## Sonstige Kabel

Kabeldurchmesser:	6,7 mm
Schleppkette:	ja
Roboter:	nein
Temperaturbereich:	-40 ... 80 °C
Biegeradius:	> 27 mm (fest verlegt) > 51 mm (dynamisch)

Eingang	Kabel	Typ	Anschlussmöglichkeiten und Zubehör	
2 x Sub-D  (PC1900-x/ IF2008 PCIE)	<b>Adapterkabel zum Anschluss von zwei Sensoren pro Sub-D Stecker</b> Länge 0,1 m  <i>Art. Nr.</i> <i>Bezeichnung</i> 2901528     IF2008-Y-Adapterkabel	Sub-D	<b>Interfacekarte zur synchronen Datenaufnahme</b> IF2008PCle / IF2008E	
			<b>4-fach USB-Konverter &amp; Parametrierung</b> IF2004/USB	

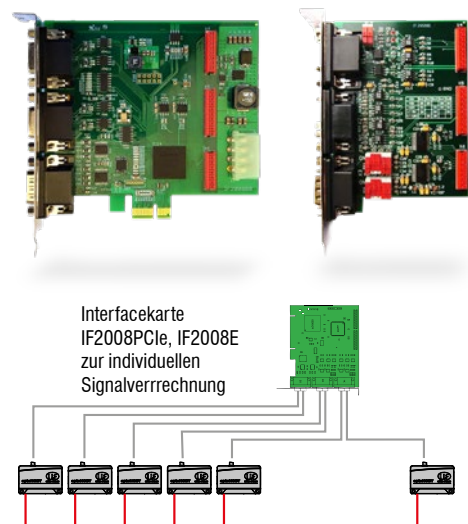
**IF2035: Schnittstellenmodul zur Industrial Ethernet Anbindung**

- Anbindung von RS422- oder RS485-Schnittstellen an PROFINET / Ethernet/IP / EtherCAT
- Synchronisationsausgang für RS422-Sensoren
- 2 Netzwerkanschlüsse für unterschiedliche Netzwerktopologien
- Datenraten von bis zu 4 Mbaud
- 4-fach Oversampling (bei EtherCAT)
- Ideal für beengte Bauräume dank kompaktem Gehäuse und Hut-schiennenmontage



**IF2008PCIe/IF2008E: Interfacekarte zur synchronen Datenaufnahme**

- IF2008PCIe - Basiskarte: 4 digitale Signale und 2 Encoder
- IF2008E - Erweiterungskarte: 2 digitale Signale, 2 analoge Signale und 8 I/O Signale
- Absolut synchrone Datenaufnahme für Mehrkanal-Anwendungen (z.B. für Planitäts- oder Dickenmessung)



**Dual Processing Unit: Controller zur D/A-Wandlung und Verrechnung von bis zu 2 Sensorsignalen**

Verfügbar ab April 2024

- Schnelle D/A-Wandlung (16 Bit, mit maximal 100 kHz) von 2 digitalen Eingangssignalen oder Verrechnung von 2 digitalen Sensorsignalen
- Mittelungsfunktionen sowie Berechnung von Dicke, Stufe, Durchmesser, Ovalität und Rundlauf
- Triggereingang
- Multifunktionsausgang
- Messwertausgabe über Ethernet, USB, Analogausgang 4 ... 20 mA / 0 ... 5 V / 0 ... 10 V /  $\pm 5$  V /  $\pm 10$  V (skalierbar über Webinterface)
- 2 x Schaltausgänge für Sensor oder Dual Processing Unit-Status
- Parallele Datenausgabe auf drei Ausgangsschnittstellen
- Zweifache Filtermöglichkeit
- Nachlinearisierung der Messwerte bzw. berechneten Werte
- Einfache Parametrierung über Webinterface (Controller und Sensoren)



### IF2008/ETH: Schnittstellenmodul zur Ethernet-Anbindung von bis zu 8 Sensoren

- Einbindung von acht Sensoren bzw. Encoder mit RS422-Schnittstelle in Ethernet-Netzwerk
- Vier programmierbare Schaltein- bzw. Schaltausgänge (TTL und HTL Logik)
- Schnelle Datenaufnahme und -ausgabe bis zu 200 kHz
- Einfache Parametrierung über Webinterface



### IC2001/USB: Einkanal-Konverter-Kabel von RS422 auf USB

- Konvertierung von RS422 auf USB
- 5-adriges Interfacekabel ohne Außenschirm
- Einfache Sensoranbindung per USB
- Unterstützt Baudraten von 9,6 kBaud bis 1 MBaud
- Ideal zur Integration in Maschinen und Anlagen



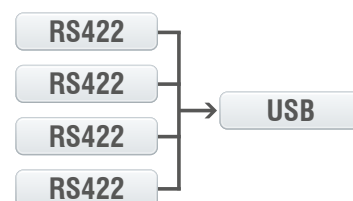
### IF2001/USB: Schnittstellenmodul von RS422 auf USB

- Konvertierung von RS422 auf USB
- Signale und Funktionen wie Laser On/Off, Schaltsignale sowie der Funktionsausgang werden durchgeschleust
- Unterstützt Baudraten von 9,6 kBaud bis 12 MBaud
- Robustes Aluminiumgehäuse
- Einfache Sensoranbindung über Schraubklemmen (Plug & Play)
- Parametrierung (Konverter und Sensoren) über Software



### IF2004/USB: 4-fach Schnittstellenmodul von RS422 auf USB






- Konvertierung von 4 digitalen Signalen (RS422) nach USB
- 4 Triggereingänge, 1 Triggerausgang
- Synchrone Datenaufnahme
- Parametrierung (Konverter und Sensoren) über Software



Anschluss von 4 Sensoren über IF2008-Y-Adapterkabel

# Schutzgehäuse für anspruchsvolle Umgebungen

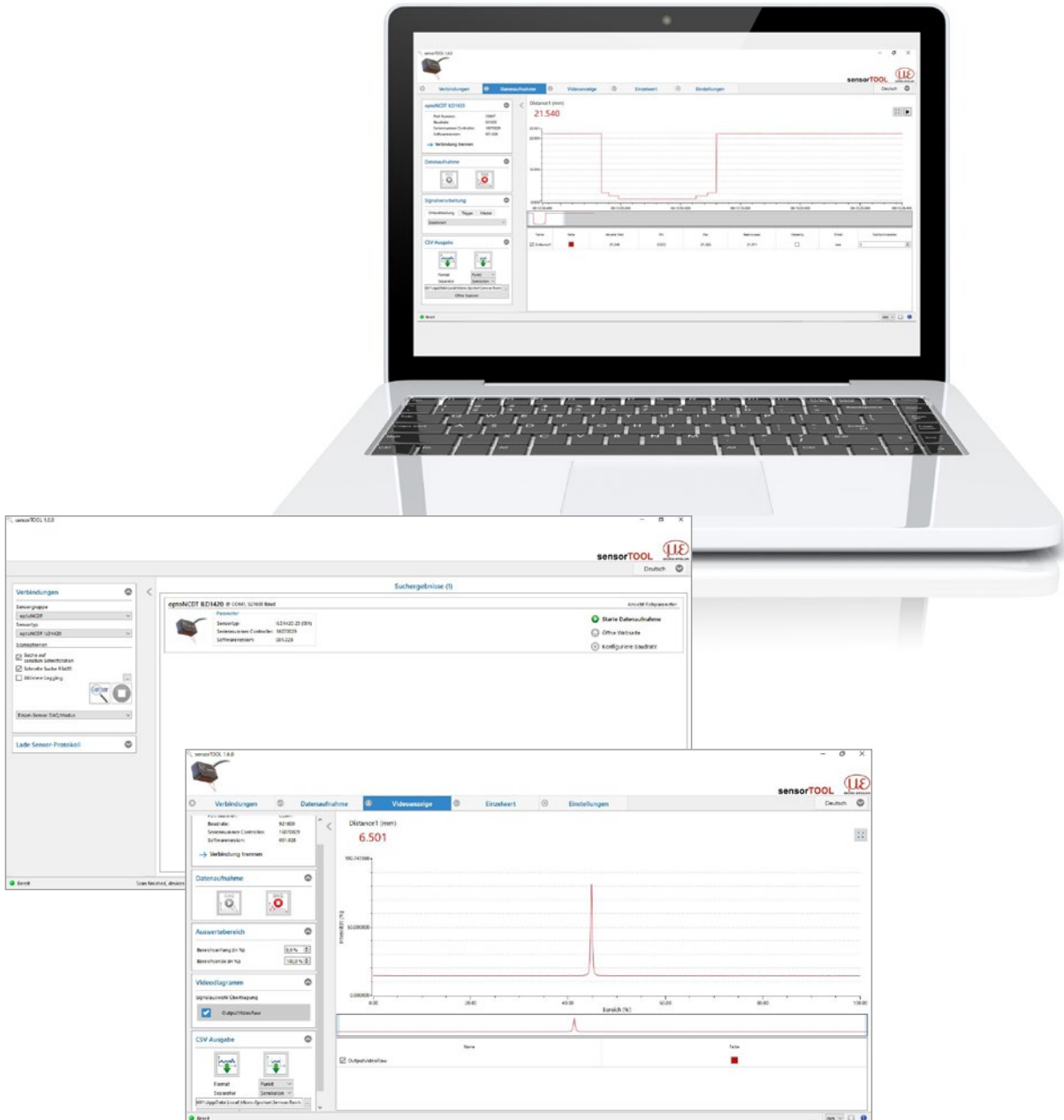
**opto**NCDT

Ausführung SGH & Ausführung SGHF				Ausführung SGHF-HT
Schutzgehäuse Größe S		Schutzgehäuse Größe M		
SGH	SGHF	SGH	SGHF	
				
(140 x 140 x 71 mm)		(180 x 140 x 71 mm)		(260 x 180 x 154 mm)
Wasserdichtes Gehäuse zum Schutz des Sensors vor Lösungs- und Reinigungsmitteln.	Ideal bei hohen Umgebungstemperaturen. Die integrierte Druckluftkühlung des Gehäuses bietet optimalen Schutz für den Sensor.	Wasserdichtes Gehäuse zum Schutz des Sensors vor Lösungs- und Reinigungsmitteln.	Ideal bei hohen Umgebungstemperaturen. Die integrierte Druckluftkühlung des Gehäuses bietet optimalen Schutz für den Sensor.	Wassergekühltes Schutzgehäuse mit Fenster und Druckluftanschluss für Messaufgaben mit Umgebungstemperaturen bis 200 °C.  Maximale Kühlwassertemperatur T(max) = 10 °C Minimaler Wasserdurchfluss Q(min) = 3 Liter/min
Größe S geeignet für ILD1750-20BL ILD1750-200BL ILD2300-2 / -2LL / -2BL ILD2300-5 / -5BL ILD2300-10 / -10LL / -10BL ILD2300-20 / -20LL ILD2300-50 / -50LL ILD2300-100		Größe M geeignet für ILD1750-500BL ILD1750-750BL ILD2300-200 ILD2300-300 ILD2310-10 ILD2310-20 ILD2310-40		Geeignet für ILD1710-50 / -50BL ILD1710-1000 / -1000BL ILD1750-500BL ILD1750-750BL ILD2300-200 ILD2300-300 ILD2310-10 ILD2310-20 ILD2310-40 ILD2310-50BL

Schutzgehäuse SGHF ILD1900
 <p>Verfügbar ab April 2024</p> <p>Kompaktes Schutzgehäuse, das einfach an den Sensor angebaut wird. Das Schutzgehäuse verfügt über eine Luftspülung zur Reinigung der Schutzfenster, die gleichzeitig die Kühlung des Sensors übernimmt.</p>
<p>Geeignet für</p> <p>ILD1900-2 / -2LL</p> <p>ILD1900-6 / -6LL</p> <p>ILD1900-10 / -10LL</p> <p>ILD1900-25 / -25LL</p> <p>ILD1900-50 / -50LL</p> <p>ILD1900-100</p> <p>ILD1900-200</p> <p>ILD1900-500</p>

## sensorTOOL

Das Micro-Epsilon sensorTOOL ist eine leistungsfähige Software, die zur Bedienung eines oder mehrerer optoNCDT Sensoren genutzt wird. Über das sensorTOOL kann auf den am PC angeschlossenen Sensor zugegriffen, dessen kompletter Datenstrom angezeigt und in einer Datei (im Excel-kompatiblen CSV Format) abgespeichert werden. Die Konfiguration des Sensors erfolgt über das Webinterface des Sensors.



### Kostenloser Download

Alle Software-Tools, Treiber und dokumentierte Treiber-DLL zur einfachen Einbindung der Sensoren in vorhandene oder selbst erstellte Software erhalten Sie kostenlos unter [www.micro-epsilon.de/download](http://www.micro-epsilon.de/download)

## Sensoren und Systeme von Micro-Epsilon



Sensoren und Systeme für Weg, Position und Dimension



Sensoren und Messgeräte für berührungslose Temperaturmessung



Mess- und Prüfanlagen zur Qualitätssicherung



Optische Mikrometer, Lichtleiter, Mess- und Prüfverstärker



Sensoren zur Farberkennung, LED Analyser und Inline-Farbspektrometer



3D Messtechnik zur dimensionellen Prüfung und Oberflächeninspektion