



Betriebsanleitung  
**combiSENSOR 64x0**

MICRO-EPSILON  
MESSTECHNIK  
GmbH & Co. KG  
Königbacher Straße 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)

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Sicherheit.....</b>	<b>7</b>
1.1	Verwendete Zeichen .....	7
1.2	Warnhinweise.....	7
1.3	Hinweise zur CE-Kennzeichnung .....	8
1.4	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	8
1.5	Bestimmungsgemäßes Umfeld .....	9
<b>2.</b>	<b>Funktionsprinzip, Optionen, Technische Daten.....</b>	<b>10</b>
2.1	Messprinzip.....	10
2.1.1	Kapazitives Messverfahren.....	10
2.1.2	Wirbelstrom Messverfahren .....	11
2.1.3	Dickenbestimmung .....	11
2.2	Aufbau.....	13
2.2.1	Sensor .....	13
2.2.2	Sensorkabel.....	14
2.2.3	Controller KSS64x0 .....	14
2.3	Technische Daten .....	15
<b>3.</b>	<b>Lieferung.....</b>	<b>16</b>
3.1	Lieferumfang .....	16
3.2	Lagerung.....	16
<b>4.</b>	<b>Installation und Montage .....</b>	<b>17</b>
4.1	Vorsichtsmaßnahmen .....	17
4.2	Sensor.....	17
4.3	Sensorkabel.....	19
4.4	Controller .....	20
4.5	Masseverbindung, Erdung .....	22
4.6	Elektrische Anschlüsse.....	23
4.6.1	Anschlussmöglichkeiten .....	23
4.6.2	Anschlussbelegung Versorgung, Trigger .....	24
4.6.3	Analog Output .....	24
<b>5.</b>	<b>Bedienung.....</b>	<b>26</b>
5.1	Inbetriebnahme.....	26
5.2	LED's am Controller.....	27

5.3	Triggerung.....	27
5.4	Messwertmittelung.....	29
5.4.1	Vorbemerkung.....	29
5.4.2	Gleitender Mittelwert.....	29
5.4.3	Arithmetischer Mittelwert.....	30
5.4.4	Median.....	30
5.4.5	Dynamische Rauschunterdrückung.....	30
<b>6.</b>	<b>Ethernetschnittstelle .....</b>	<b>31</b>
6.1	Hardware, Schnittstelle.....	31
6.2	Datenformat der Messwerte .....	34
6.3	Einstellungen .....	36
6.4	Befehle .....	36
6.4.1	Datenrate (STI) .....	37
6.4.2	Triggermodus (TRG).....	38
6.4.3	Messwert holen (GMD).....	38
6.4.4	Filter, Mittelungsart (AVT) .....	39
6.4.5	Filter, Mittelungszahl (AVN) .....	39
6.4.6	Dickenmessung (THM) .....	40
6.4.7	Nullsetzung Dickenwert (THZ) .....	40
6.4.8	Kanalstatus (CHS) .....	40
6.4.9	Status (STS).....	41
6.4.10	Version (VER) .....	41
6.4.11	Ethernet Settings (IPS) .....	41
6.4.12	Zwischen Ethernet und EtherCAT wechseln (IFC = Interface) .....	42
6.4.13	Datenport abfragen (GDP) .....	42
6.4.14	Datenport setzen (SDP).....	42
6.4.15	Kanalinformation abrufen (CHI) .....	43
6.4.16	Controllerinformationen abrufen (COI) .....	43
6.4.17	Login für Webinterface (LGI) .....	44
6.4.18	Logout für Webinterface (LGO) .....	44
6.4.19	Passwort ändern (PWD) .....	44
6.4.20	Sprache für Webinterface ändern (LNG) .....	45
6.4.21	Fehlermeldungen .....	45

6.5	Bedienung mittels Ethernet .....	45
6.5.1	Voraussetzungen .....	45
6.5.2	Zugriff über Webinterface .....	47
6.5.3	Dickenmessung .....	50
6.5.4	Triggermodus .....	52
6.5.5	Datenrate .....	52
6.5.6	Filter, Mittelung .....	52
6.5.7	Digitale Schnittstellen .....	53
6.6	Firmwareupdate .....	53
<b>7.</b>	<b>EtherCAT-Schnittstelle .....</b>	<b>54</b>
7.1	Einleitung .....	54
7.2	Wechsel der Schnittstelle .....	54
<b>8.</b>	<b>Betrieb und Wartung .....</b>	<b>55</b>
<b>9.</b>	<b>Haftung für Sachmängel .....</b>	<b>56</b>
<b>10.</b>	<b>Außerbetriebnahme, Entsorgung .....</b>	<b>56</b>
<b>Anhang</b>		
<b>A 1</b>	<b>Zubehör .....</b>	<b>57</b>
<b>A 2</b>	<b>EtherCAT-Dokumentation .....</b>	<b>58</b>
A 2.1	Einleitung .....	58
A 2.1.1	Struktur von EtherCAT®-Frames .....	58
A 2.1.2	EtherCAT® -Dienste .....	59
A 2.1.3	Adressierverfahren und FMMUs .....	60
A 2.1.4	Sync Manager .....	60
A 2.1.5	EtherCAT-Zustandsmaschine .....	61
A 2.1.6	CANopen über EtherCAT .....	62
A 2.1.7	Prozessdaten PDO-Mapping .....	62
A 2.1.8	Service Daten SDO-Service .....	62
A 2.2	CoE Objektverzeichnis .....	63
A 2.2.1	Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301) .....	63
A 2.2.2	Herstellerspezifische Objekte .....	65
A 2.3	Messdatenformat .....	68
A 2.4	EtherCAT-Konfiguration mit dem Beckhoff TwinCAT®-Manager .....	69



## 1. Sicherheit

Die Systemhandhabung setzt die Kenntnis der Betriebsanleitung voraus.

### 1.1 Verwendete Zeichen

In dieser Betriebsanleitung werden folgende Bezeichnungen verwendet:



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



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



Zeigt eine ausführende Tätigkeit an.



Zeigt einen Anwendertipp an.

### 1.2 Warnhinweise

Unterbrechen Sie vor Berührung der Sensoroberfläche die Spannungsversorgung.

> Verletzungsgefahr durch statische Entladung

Schließen Sie die Spannungsversorgung und das Anzeige-/Ausgabegerät nach den Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel an.

> Verletzungsgefahr

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors und/oder des Controllers.



Vermeiden Sie Stöße und Schläge auf den Sensor und/oder den Controller.

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors und/oder der Controller.

Überschreiten Sie bei der Versorgungsspannung nicht die angegebenen Grenzen.

> Beschädigung des Sensors und/oder des Controllers.

Schützen Sie die Kabel vor Beschädigung.

> Beschädigung des Sensors

> Ausfall des Messgerätes

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

Für den combiSENSOR 64x0 gilt:

- EU-Richtlinie 2014/30/EU
- EU-Richtlinie 2011/65/EU, "RoHS" Kategorie 9

Produkte, die das CE-Kennzeichen tragen, erfüllen die Anforderungen der zitierten EU-Richtlinien und die dort aufgeführten europäischen harmonisierten Normen (EN). Die EU-Konformitätserklärung wird gemäß der EU-Richtlinie, Artikel 10, für die zuständige Behörde zur Verfügung gehalten bei

MICRO-EPSILON Messtechnik GmbH & Co. KG  
Königbacher Straße 15  
94496 Ortenburg / Deutschland

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

### **1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung**

- Das Messsystem combiSENSOR 64x0 ist für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich konzipiert. Es wird eingesetzt zur:
  - Film-Dickenmessung von Kunststoffen
  - Dickenmessung von Isolatoren
- Das System darf nur innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Werte betrieben werden, [siehe 2.3](#).
- Der Sensor ist so einzusetzen, dass bei Fehlfunktionen oder Totalausfall des Controllers keine Personen gefährdet oder Maschinen und andere materielle Güter beschädigt werden.
- Bei sicherheitsbezogener Anwendung sind zusätzlich Vorkehrungen für die Sicherheit und zur Schadensverhütung zu treffen.

### **1.5 Bestimmungsgemäßes Umfeld**

- Schutzart: IP 40
- Betriebstemperatur:
  - Sensor: -10 ... +85 °C
  - Sensorkabel: -10 ... +125 C
  - Controller: +10 ... +60 °C
- Luftfeuchtigkeit: 5 - 95 % (nicht kondensierend)
- Umgebungsdruck: Atmosphärendruck
- Lagertemperatur:
  - Sensor: -10 ... +100 °C
  - Sensorkabel: -10 ... +100 °C
  - Controller: -10 ... +75 °C
- Raum zwischen Sensoroberfläche und Messobjekt muss eine konstante Dielektrizitätszahl haben.
- Raum zwischen Sensoroberfläche und Messobjekt darf nicht verschmutzt sein (zum Beispiel Wasser, Abrieb, Staub et cetera)

## 2. Funktionsprinzip, Optionen, Technische Daten

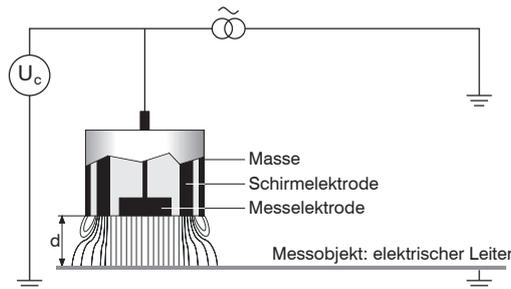
### 2.1 Messprinzip

Der Aufbau von Messspule und Messelektroden ist konzentrisch. Damit messen beide gegen dieselbe Messobjektfläche. Das Signal des kapazitiven Wegsensors ist eine Funktion von Arbeitsabstand, Isolatorstärke und  $\epsilon_r$ . Gleichzeitig misst der Wirbelstromwegsensord den Abstand zur Gegenelektrode (zum Beispiel ebenes Blech oder zu einer hinter der Folie positionierten Metallwalze). Am nachgeschalteten Controller werden die Messwerte als analoge Spannungen von 0 bis 10 VDC und als digitale Signale über Ethernet oder EtherCAT ausgegeben.

#### 2.1.1 Kapazitives Messverfahren

Das Prinzip der kapazitiven Abstandsmessung basiert auf der Wirkungsweise des idealen Plattenkondensators.

Durchfließt ein konstanter Wechselstrom  $I_c$  den Sensorkondensator, so ist der Maximalwert  $U_c$  der Wechselspannung am Sensor dem Abstand  $d$  der Kondensatorelektroden proportional.



$$\left. \begin{aligned} X_c &= \frac{U_c}{I_c} = \frac{1}{\omega C} \\ C &= \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \end{aligned} \right\} U_c = \frac{I_c d}{\omega \epsilon_0 \epsilon_r A} \gg U_c \sim d$$

Abb. 1 Feldlinienbild eines kapazitiven Sensors, kein Isolormaterial im Messspalt.

Die gemessene Wechselspannung wird demoduliert und verstärkt als Analogsignal ausgegeben. Der Aufbau des Sensors als Schutzringkondensator gewährleistet, dass das im Idealfall nötige homogene elektrische Feld bei der praktischen Messung auch nahezu verwirklicht ist.

**i** Zu kleines Messobjekt und gekrümmte (unebene) Messflächen bewirken ebenfalls eine nichtlineare Kennlinie.

### 2.1.2 Wirbelstrom Messverfahren

Das Wirbelstrom-Messverfahren wird für Messungen an Objekten aus elektrisch leitenden Werkstoffen verwendet, die ferromagnetische und nichtferromagnetische Eigenschaften haben können.

Hochfrequenter Wechselstrom durchfließt eine in ein Sensorgehäuse eingegossene Spule. Das elektromagnetische Spulenfeld induziert im leitfähigen Messobjekt Wirbelströme, dadurch ändert sich der Wechselstromwiderstand der Spule.

Diese Impedanzänderung liefert ein elektrisches Signal, proportional zum Abstand des Messobjekts vom Sensor.

Ein Kompensationsverfahren reduziert temperaturabhängige Messfehler auf ein Minimum.

•  
**I** Wird das Material der Gegenelektrode gewechselt, muss das Messsystem neu abgeglichen werden.

### 2.1.3 Dickenbestimmung

Haupteinsatzgebiet des combiSENSORS ist die traversierende Dickenmessung von Kunststoff-Folien oder die Dicke von Kunststoff-Beschichtungen auf Metallplatten. Durch eine arithmetische Verknüpfung der beiden Sensorsignale werden mechanische Veränderungen, zum Beispiel thermische Ausdehnungen, Durchbiegungen, Unrundheit der Messvorrichtung, kompensiert. Durch die Redundanz dieses kombinierten Sensorprinzips bleibt der gemessene Dickenwert unbeeinflusst von eventuellen Änderungen der Messmimik. Die Messobjektdicke  $D$  wird aus den zwei Sensorsignalen berechnet.

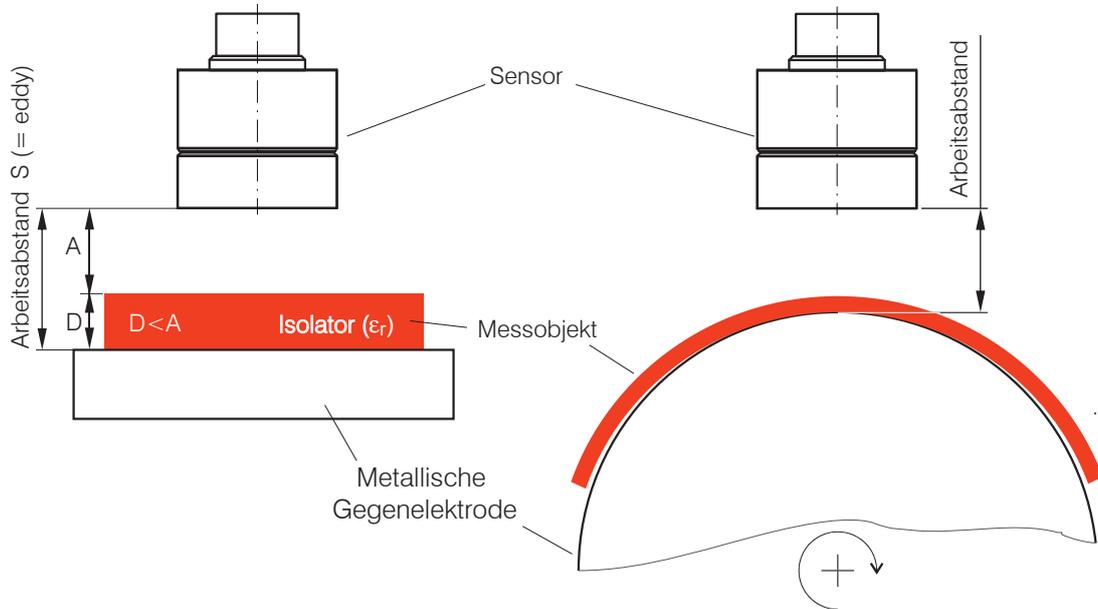


Abb. 2 Messanordnung zur Dickenmessung

Die Dicke des Isolators berechnet sich aus den Faktoren: Max. Arbeitsabstand, kapazitives Wegmesssignal A und der dielektrischen Konstante des Isolators:

$$D = \left[ S \text{ (eddy)} - A \text{ (capa)} \right] * \left[ \frac{\epsilon_r}{\epsilon_r - 1} \right] * \frac{WD}{100 \% } + \text{Offset}$$

D	Dicke Messobjekt [ $\mu\text{m}$ ]
S	Signal Wirbelstromsensor [%]
A	Signal kapazitiver Sensor [%]
$\epsilon_r$	Dielektrizitätskonstante Folie (Isolator)
WD	Max. Arbeitsabstand Sensor [ $\mu\text{m}$ ]
Offset	Konstante [ $\mu\text{m}$ ], Standardwert = 0

Für eine korrekte Dickenmessung ist eine konstante dielektrische Konstante des zu messenden Mediums erforderlich.

Der Dickenwert wird im Controller berechnet.

**i** Bei Messobjekten mit strukturierter Oberfläche empfiehlt sich eine Messobjektdicke bis max. 50 % des max. Arbeitsabstandes; weichen Sie gegebenenfalls auf einen Sensor mit größerer Messobjektdicke aus.

Im Gegensatz zum kapazitiven Signal des Sensors bleibt das Ausgangssignal des Wirbelstromsignals von den Medien im Messspalt unberührt und wird nur durch den Abstand zwischen Sensor und Gegenelektrode bestimmt.

## 2.2 Aufbau

Das in ein Aluminiumgehäuse eingebaute, berührungslos arbeitende Messsystem, siehe Abb. 13, setzt sich zusammen aus:

- Sensor KSH5 oder Sensor KSH10 mit Sensor-kabel,
- einem Controller KSS64x0.



Abb. 3 Einkanal-Messsystem mit Sensor und Controller

### 2.2.1 Sensor

Der combiSENSOR vereint im Sensorgehäuse einen Wirbelstrom-Wegsensor und einen kapazitiven Wegsensor. Zur Erzielung genauer Messergebnisse ist die Sensorstirnfläche unbedingt sauber zu halten und eine Beschädigung auszuschließen.

Das kapazitive Messverfahren ist flächengebunden. Der combiSENSOR benötigt eine Mindestfläche von  $\varnothing$  45 mm (KSH5) oder  $\varnothing$  65 mm (KSH10).

### 2.2.2 Sensorkabel

Sensor und Controller sind mit einem speziellen, doppelt geschirmten 1 m langen Sensorkabel KC1 verbunden.

➡ Kürzen oder verlängern Sie nicht dieses spezielle Sensorkabel. Quetschen Sie das Sensorkabel nicht. Ändern Sie das Sensorkabel nicht. Dieses führt zu einem Verlust der Funktionalität oder der spezifizierten technischen Daten.

➡ Verlegen Sie das Sensorkabel in einem geschütztem Bereich.

Ein beschädigtes Kabel kann nicht repariert werden. Das Sensorkabel ist nicht schleppkettentauglich.

Minimaler Biegeradius: 20 mm (einmalig), 80 mm (ständig).

**i** Schalten Sie die Spannungsversorgung des Controllers ab, wenn Sie die Kabelverbindung lösen oder verändern.

### 2.2.3 Controller KSS64x0

Der Controller vereint in einem Gehäuse den Oszillator und die Auswerteelektronik für den Sensor. Der kapazitive Anteil und Wirbelstromanteil im Sensor sind miteinander synchronisiert.

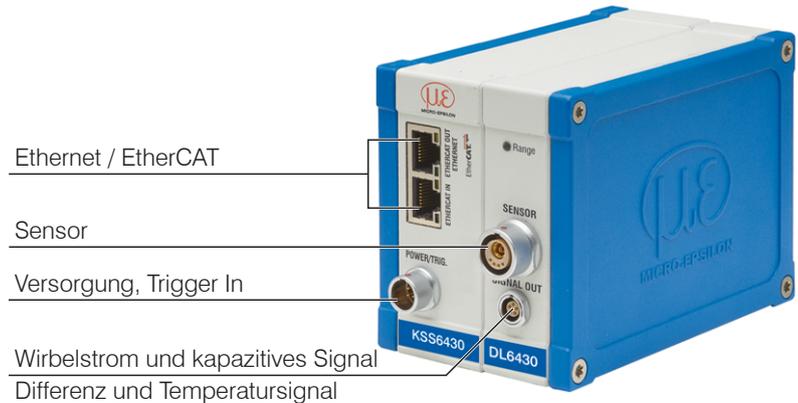


Abb. 4 Controller Messsystem

## 2.3 Technische Daten

Controller		KSS6420	KSS6430	KSS6420(01)	KSS6430(01)
Sensor		KSH5(01)		KSH10	
Messobjektdicke Isolator		40 µm ... 3 mm		40 µm ... 6 mm	
Auflösung <sup>1)</sup>	statisch, 100 Hz	0,0018 %	0,0004 %	0,0030 %	0,0006 %
	dynamisch, 3,9 kHz	0,0075 %	0,0015 %	0,0120 %	0,0025 %
Bandbreite		analog: 1 kHz (3 dB) <sup>2)</sup> , digital: 2.6 ... 3900 Sa/s (einstellbar)			
Linearität		± 0,05 %			
Temperaturstabilität <sup>4)</sup>	Sensor	± 50 ppm (+10...+60 °C)			
Temperaturstabilität	Controller	± 50 ppm	± 50 ppm	± 50 ppm	± 70 ppm
Temperaturbereich		Controller: +10...+50 °C; Sensor: +10...+50 °C; Sensorkabel: -10...+125 °C			
Versorgung		12...36 VDC (5,5 W)			
Ausgang	Analog	Kapazitives-, Wirbelstrom-, und Differenzsignal: 0...10 V (kurzschlussicher); internes Temperatursignal: nicht skaliert			
	Ethernet	Kapazitives-, Wirbelstrom-, Differenz-, Temperatursignal: 24 Bit			
	EtherCAT	Kapazitives-, Wirbelstrom-, Differenz-, Temperatursignal: float			
Trigger		TTL, 5 V			
Targetgeometrie		Fläche gerade oder min. Durchmesser 200 mm <sup>3)</sup>			
Arbeitsabstand		2 ... 5 mm		4 ... 10 mm	
Min. Durchmesser Messfläche		45 mm		65 mm	
Schutzgrad		Sensor: IP 54, Controller: IP 40			
Masse		Sensor: 80 g ; Controller: 750 g			
Lagertemperatur		Sensorkabel: -10...+100 °C, Controller: 0...75 °C			

1) Differenzsignal des Digitalausgang, gemessen bei Arbeitsabstand = 50 % d.M.;

2) Gilt nur wenn Abtastrate 3900 Sa/s eingestellt ist

3) Referenzmaterial Gegenelektrode: VA-Stahl (1.4571) oder Aluminium. Änderungen an der Gegenelektrode (Material oder Geometrie) erfordern einen Neuabgleich von Sensor und Controller beim Hersteller.

4) Umfangsklemmung beginnt 5 mm hinter der Sensorstirnfläche, [siehe Abb. 7](#).

### **3. Lieferung**

#### **3.1 Lieferumfang**

- 1 Controller KSS64x0
- 1 Sensor (KSH5 or KSH10)
- 1 Sensorkabel KC1
- 1 Betriebsanleitung
- 1 Versorgungs- und Triggerkabel PC6200-3/4, 3 m lang
- 1 Netzwerkkabel
- 1 Montageset

➡ 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.

#### **3.2 Lagerung**

- Lagertemperatur
  - Sensor, Sensorkabel -10 °C bis +100 °C
  - Controller 10 bis +75 °C
- Luftfeuchtigkeit 5 - 95 % (nicht kondensierend)

## 4. Installation und Montage

### 4.1 Vorsichtsmaßnahmen

Auf den Kabelmantel des Sensorkabels dürfen keine scharfkantigen oder schweren Gegenstände einwirken.

In Bereichen mit erhöhtem Druck ist das Kabel grundsätzlich vor Druckbelastung zu schützen.

Der minimale Biegeradius beträgt 20 mm. Knicke müssen auf jeden Fall vermieden werden.

Die Steckverbindungen sind auf festen Sitz zu prüfen.



Ein beschädigtes Kabel kann nicht repariert werden.

### 4.2 Sensor



Achten Sie bei der Montage des Sensors darauf, dass die polierte Sensorstirnfläche nicht verkratzt wird.



Messobjekt darf Sensorstirnfläche nicht berühren. Halten Sie den Arbeitsabstand ein.

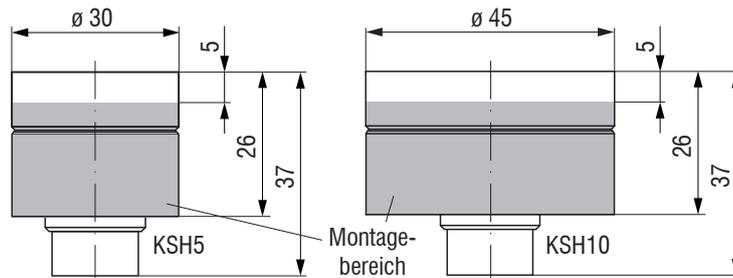


Abb. 5 Sensorabmessungen

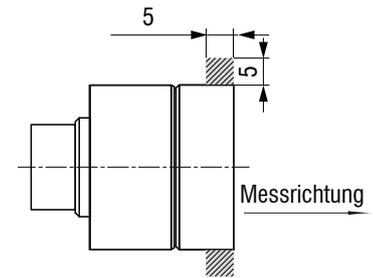


Abb. 6 Freiraum von metallisch leitfähigen Objekten



Achten Sie bei der Sensormontage darauf, dass sich im grauen Bereich, [siehe Abb. 6](#), keine metallisch leitfähigen Objekte befinden. Andernfalls kann sich die Linearität des Wirbelstromsensors um bis zu ca. 1 % des Messbereichs ändern.

### Umfangsklemmung

Diese Art der Sensormontage bietet die höchste Zuverlässigkeit, da der Sensor über sein zylindrisches Gehäuse flächig geklemmt wird.

Sie ist bei schwierigen Einbaumgebungen, zum Beispiel an Maschinen, Produktionsanlagen und so weiter zwingend erforderlich.

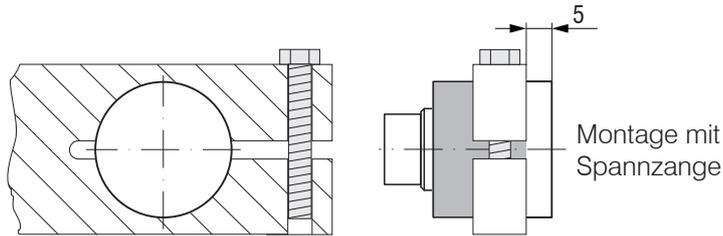


Abb. 7 Umfangsklemmung

**i** Zugkraft am Kabel ist unzulässig.

### 4.3 Sensorkabel

Das Sensorkabel verbindet den Sensor mit dem Controller.

➡ Verbinden Sie den Sensor mit dem Controller über das mitgelieferte Sensorkabel.

Der Anschluss erfolgt durch einfaches Stecken. Die Steckverbindung verriegelt selbstständig. Der feste Sitz kann durch Ziehen am Steckergehäuse (Kabelbuchse) geprüft werden.

**i** Ein beschädigtes Sensorkabel kann nicht repariert werden.

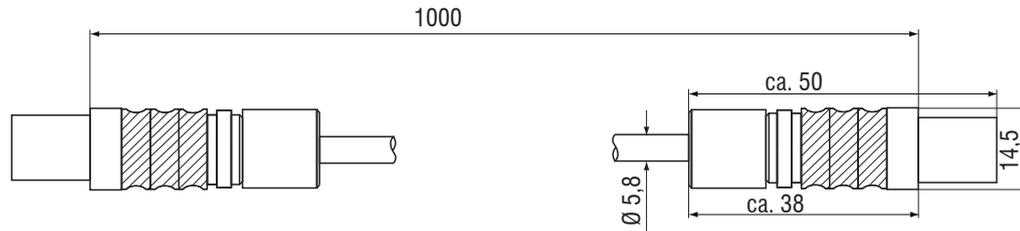


Abb. 8 Maßzeichnung Sensorkabel

#### 4.4 Controller

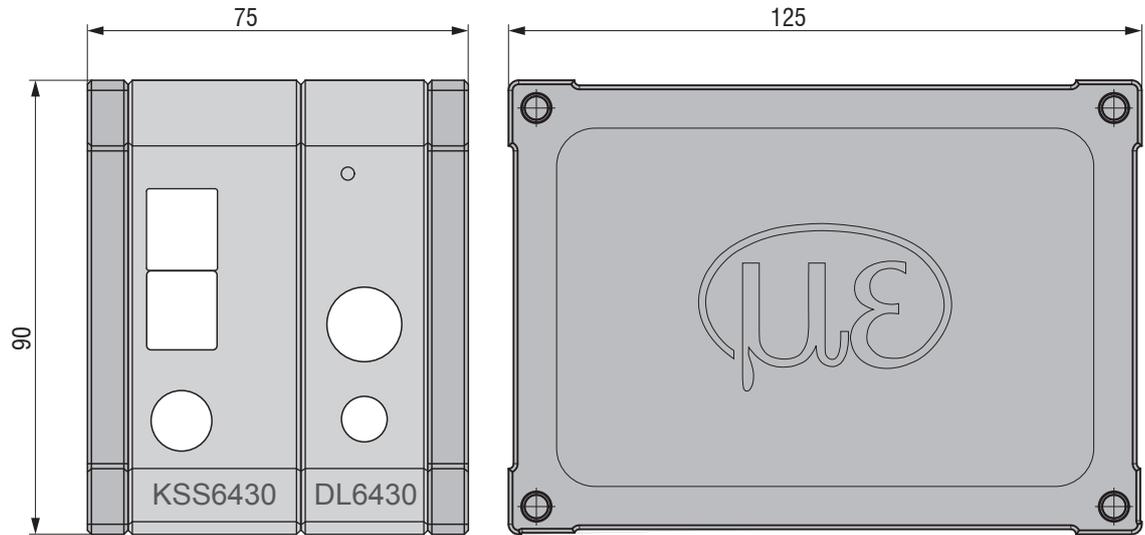


Abb. 9 Maßzeichnung Controller mit Basiseinheit, Demodulator und Gehäusedeckel  
Maße in mm

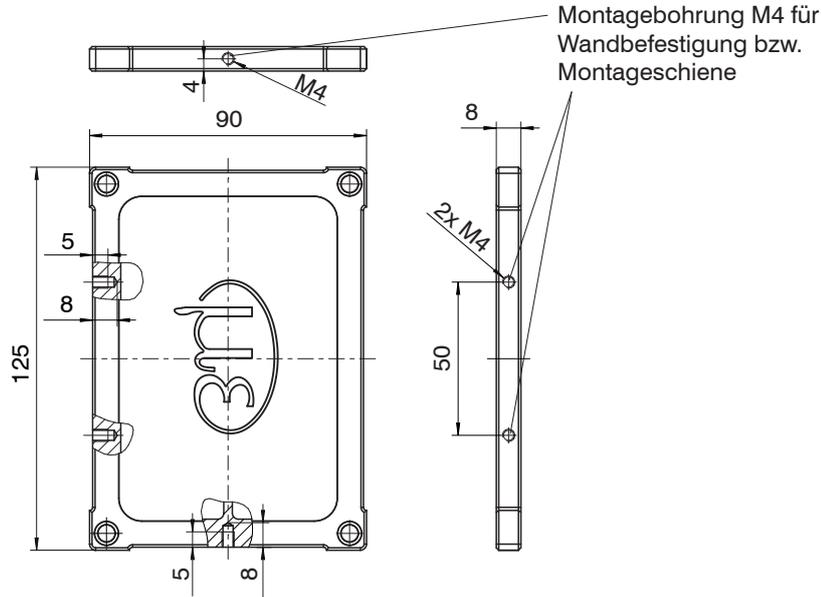


Abb. 10 Maßzeichnung Gehäusedeckel

Maße in mm

Der Controller wird mit Montageplatten oder Befestigungsklammern auf eine Hutschiene montiert, die im Montageset enthalten sind.

#### **4.5 Masseverbindung, Erdung**

- ➡ Sorgen Sie für eine ausreichende Erdung des Messobjekts, indem Sie es zum Beispiel mit dem Sensor oder der Versorgungsmasse verbinden.

Benutzen Sie bei Bedarf den Erdungsanschluss am Gehäusedeckel. Der Erdungsanschluss liegt dem im Lieferumfang enthaltenen Rüstsatz bei.

## 4.6 Elektrische Anschlüsse

### 4.6.1 Anschlussmöglichkeiten

Die Spannungsversorgung und Signalausgabe erfolgen über die Vorderseite des Controllers.

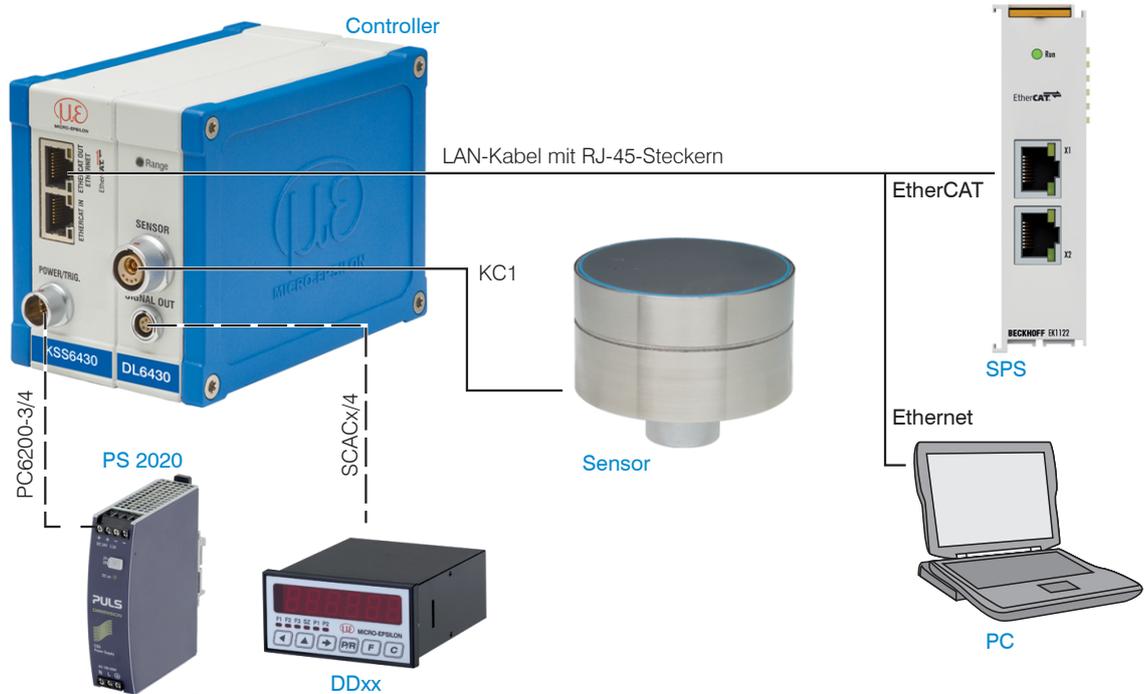


Abb. 11 Messsystemaufbau

#### 4.6.2 Anschlussbelegung Versorgung, Trigger

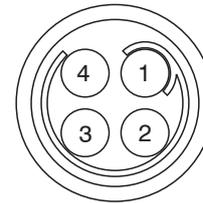
PIN	Adernfarbe PC6200-3/4	Signal	Beschreibung
1	braun	+24VIN	+24 VDC Versorgung
2	weiß	Null VIN	GND Versorgung
3	gelb	TRI_IN+	Trigger IN+, TTL-Pegel
4	grün	TRI_IN-	Trigger IN-
Schirm			

PC6200-3/4 ist ein 3 m langes, fertig konfektioniertes Versorgungs- und Triggerkabel.

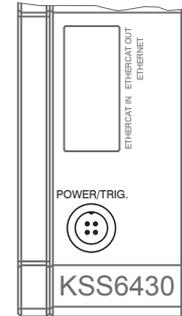
#### 4.6.3 Analog Output

Die Signale werden über die 5-polige Einbaubuchse ausgegeben. Pin-Belegung siehe Zeichnung und Tabelle.

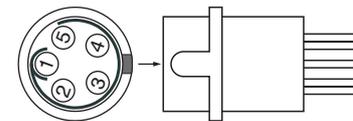
PIN	Beschreibung
1	Differenzsignal 0 ... 10 V (Wirbelstromsignal - kapazitives Signal)
2	kapazitives Signal 0 ... 10 V
3	Wirbelstromsignal 0 ... 10 V
4	Temperatursignal des Sensors, nicht skaliert
5	GND



Ansicht: Lötseite,  
4-pol. ODU-Buchse



Versorgungs- und Trigger-  
Controller, 4-pol. Stecker



Lötstiftseite  
Kabelstecker

Das SCAC3/5 ist ein 3 m langes, fertig konfektioniertes 5-adriges Ausgangskabel. Es wird optional als Zubehör geliefert.

Anschlussbelegung und Farbcodes:

Pin	Kabelfarbe	Belegung
1	weiß	Differenzsignal (= Wirbelstromsignal - kapazitives Signal) oder Dickensignal (0-10 V)
2	grau	kapazitives Signal (0-10 V)
3	gelb	Wirbelstromsignal (0-10 V)
4	grün	Temperatursignal Sensor (nicht skaliertes Signal)
5	braun	GND

## 5. Bedienung

### 5.1 Inbetriebnahme

➡ Schließen Sie die Anzeige-/Ausgabegeräte über die Signalausgangsbuchse an, [siehe 4.6](#), bevor das Gerät an die Versorgungsspannung angeschlossen und diese eingeschaltet wird.

**i** Lassen Sie das Messsystem nach Anlegen der Versorgungsspannung ca. 15 min warmlaufen.

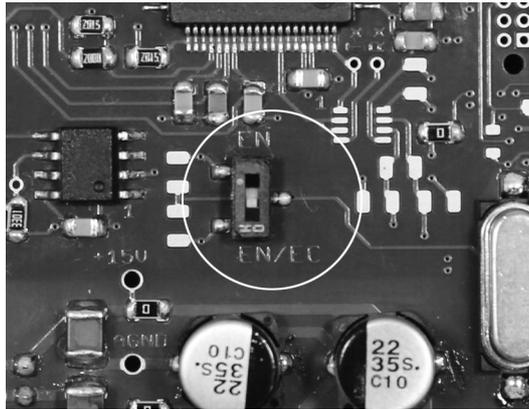


Abb. 12 Wechsel zwischen Ethernet/EtherCAT, Grundmodul KSS6420

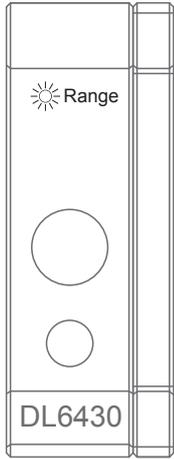
Ein Wechsel zwischen Ethernet und EtherCAT ist mit dem Hardwareschalter möglich, [siehe Abb. 12](#), oder via Software auf der Basiseinheit KSS64x0, [siehe 7.2](#).

Ist der Schalter in der Position **EN** (Ethernet), ist Ethernet die aktive Schnittstelle unabhängig von der Softwareeinstellung.

Ist der Schalter in der Position **EN/EC** (Ethernet/EtherCAT), dann hängt die aktive Schnittstelle von der Softwareeinstellung ab.

Für einen Wechsel der Schnittstelle ist ein Neustart des Controllers erforderlich.

## 5.2 LED's am Controller

	LED	Farbe	Funktion
	Range	grün	Messobjekt innerhalb Arbeitsbereich
		rot	Arbeitsbereich überschritten

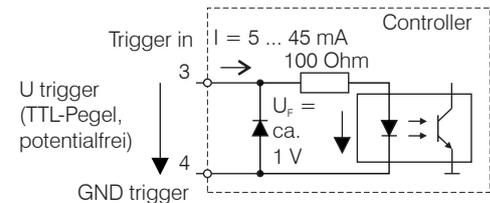
## 5.3 Triggerung

Die Messwertausgabe des combiSENSOR 64x0 kann über ein externes Triggersignal oder einen Softwarebefehl gestartet werden. Dabei ist nur der Digitalausgang betroffen.

Die Triggerung erfolgt durch:

- Triggereingang (Pin 3 und Pin 4 am 4-poligen Versorgungsstecker, [siehe 4.6.2](#) oder
- Softwarebefehl \$GMD, [siehe 6.4.3](#)
- $U_{IN}$ , HIGH  $\geq 2,0$  V
- $U_{IN}$ , LOW  $\leq 0,8$  V

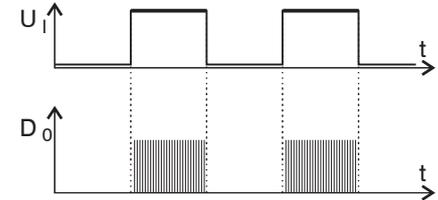
Abb. 13 Triggereingang



Die Triggerart wird durch den Befehl \$TRGn, [siehe 6.4.2](#), bestimmt oder durch das Webinterface, [siehe 6.5.4](#).

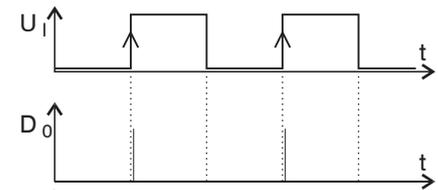
Pegeltriggerung (High-Pegel). Kontinuierliche Messwertausgabe mit eingestellter Datenrate solange der ausgewählte Pegel aktiv ist. Danach beendet der Controller die Messwertausgabe.

Abb. 14 Aktive Pegeltriggerung mit High-Pegel ( $U_i$ ), zugehöriges Digitalsignal ( $D_o$ )



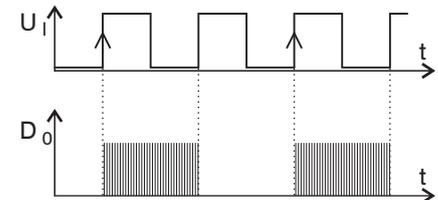
Flankentriggerung. Startet die Messwertausgabe sobald eine steigende Flanke am Triggereingang anliegt. Sind die Triggerbedingungen erfüllt, gibt der Controller einen Messwert aus. Die eingestellte Datenrate muss größer sein als die maximale Triggerfrequenz. Ist die Triggerfrequenz höher als die eingestellte Datenrate, werden einzelne Messwerte doppelt übertragen, weil intern kein neuer Messwert vom AD-Wandler vorliegt. Die Pulsdauer muss mindestens  $5 \mu\text{s}$  betragen.

Abb. 15 Steigende Flankentriggerung ( $U_i$ ), zugehöriges Digitalsignal ( $D_o$ )



Torung (Rising edge trigger), steigende Flanke. Startet die Messwertausgabe mit eingestellter Datenrate sobald eine steigende Flanke am Triggereingang anliegt. Eine weitere steigende Flanke beendet die Messwertausgabe bzw. startet sie wieder.

Abb. 16 Torung (Rising edge trigger ( $U_i$ )), zugehöriges Digitalsignal ( $D_o$ )



Softwaretriggerung (\$GMD). Pro Kanal wird ein Messwert ausgegeben, sobald das Kommando gesendet wird. Der Zeitpunkt ist ungenauer definiert.

Ab Werk ist keine Triggerung eingestellt, der Controller beginnt mit der Datenübertragung unmittelbar nach dem Einschalten.

## 5.4 Messwertmittelung

### 5.4.1 Vorbemerkung

Die Messwertmittelung erfolgt vor der Ausgabe der Messwerte über die Ethernet-Schnittstellen.

Durch die Messwertmittelung wird die Auflösung verbessert, das Ausblenden einzelner Störstellen ermöglicht oder das Messergebnis „geglättet“.

**I** Das Linearitätsverhalten wird mit einer Mittelung nicht beeinflusst. Die Mittelung hat keinen Einfluss auf die Datenrate.

Der Controller wird ab Werk ohne Mittelwertbildung ausgeliefert.

### 5.4.2 Gleitender Mittelwert

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

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

$MW$  = Messwert  
 $N$  = Anzahl  
 $k$  = Laufindex  
 $M_{gl}$  = Mittelwert

*Abb. 17 Formel für gleitenden Mittelwert*

#### Verfahren

Jeder neue Messwert wird hinzugenommen, der erste (älteste) Messwert aus der Mittelung wieder herausgenommen.

Beispiel mit  $N = 7$ :

... 0 1 2 3 4 5 6 7 8 wird zu  $\frac{2+3+4+5+6+7+8}{7}$  Mittelwert  $n$

... 1 2 3 4 5 6 7 8 9 wird zu  $\frac{3+4+5+6+7+8+9}{7}$  Mittelwert  $n + 1$

### 5.4.3 Arithmetischer Mittelwert

Über die wählbare Anzahl N aufeinanderfolgender Messwerte wird der arithmetische Mittelwert M gebildet und ausgegeben.

#### Verfahren

Es werden Messwerte gesammelt und daraus der Mittelwert berechnet. Diese Methode führt zu einer Reduzierung der anfallenden Datenmenge, weil nur nach jedem N-ten Messwert ein Mittelwert ausgegeben wird

Beispiel mit  $N = 3$ :

... 0 1 2 3 4 ... wird zu  $\frac{2+3+4}{3}$  Mittelwert n

... 3 4 5 6 7 ... wird zu  $\frac{5+6+7}{3}$  Mittelwert n + 1

### 5.4.4 Median

Aus einer vorgewählten Anzahl N von Messwerten wird der Median gebildet. Dazu werden die einlaufenden Messwerte nach jeder Messung neu sortiert. Der mittlere Wert wird danach als Median ausgegeben.

Wird für die Mittelungszahl N ein gerader Wert gewählt, so werden die mittleren beiden Messwerte addiert und durch zwei geteilt.

Beispiel mit  $N = 7$ :

... 2 4 0 1 2 4 5 1 3 Messwert sortiert 0 1 1 2 3 4 5 Median  $_n = 2$

... 4 0 1 2 4 5 1 3 4 Messwert sortiert 1 1 2 3 4 4 5 Median  $_{n+1} = 3$

### 5.4.5 Dynamische Rauschunterdrückung

Dieser Filter entfernt das Rauschen komplett, behält aber trotzdem die ursprüngliche Bandbreite des Messsignals bei. Dazu wird das Rauschen dynamisch berechnet und Messwertänderungen werden erst übernommen, wenn sie größer als dieses berechnete Rauschen sind. Dadurch können jedoch bei Richtungsänderungen des Messsignals kleine Hysterese-Effekte in der Größenordnung des berechneten Rauschens auftreten.

## 6. Ethernetschnittstelle

Besonders hohe Auflösungen erreichen Sie, wenn Sie die Messwerte in digitaler Form über die Ethernetschnittstelle auslesen.

Verwenden Sie dazu das Webinterface oder ein eigenes Programm. MICRO-EPSILON unterstützt Sie mit dem Treiber MEDAQLib, der alle Befehle für den combiSENSOR 64x0 enthält.

Die aktuelle Treiberroutine inklusive Dokumentation finden Sie unter:

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

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

### 6.1 Hardware, Schnittstelle

Die Messwernerfassung aller Kanäle läuft synchron.

➡ Verbinden Sie den combiSENSOR 64x0 mit einer freien Ethernet-Schnittstelle am PC. Verwenden Sie dazu ein Crossover-Kabel.

Für eine Verbindung mit dem combiSENSOR 64x0 benötigen Sie eine definierte IP-Adresse der Netzwerkkarte im PC. Wechseln Sie in die Systemsteuerung\Netzwerkverbindungen. Legen Sie gegebenenfalls eine neue LAN-Verbindung an. Fragen Sie dazu Ihren Netzwerkadministrator.

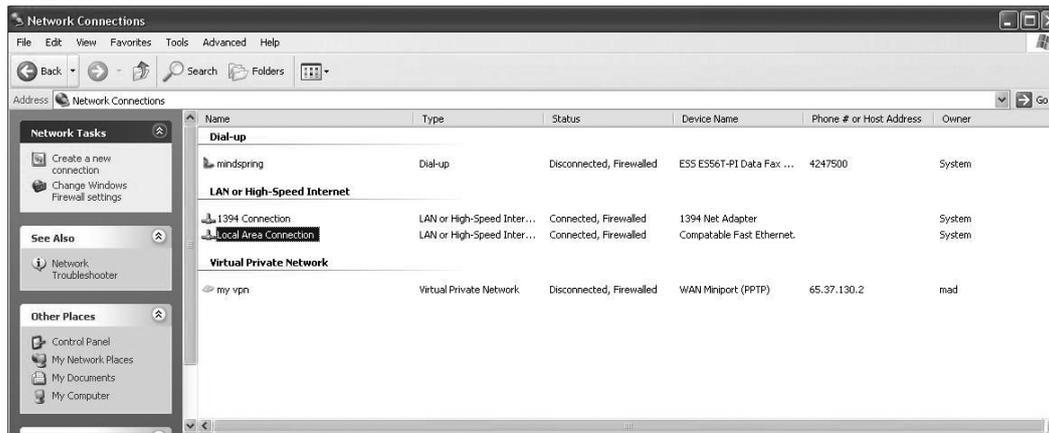
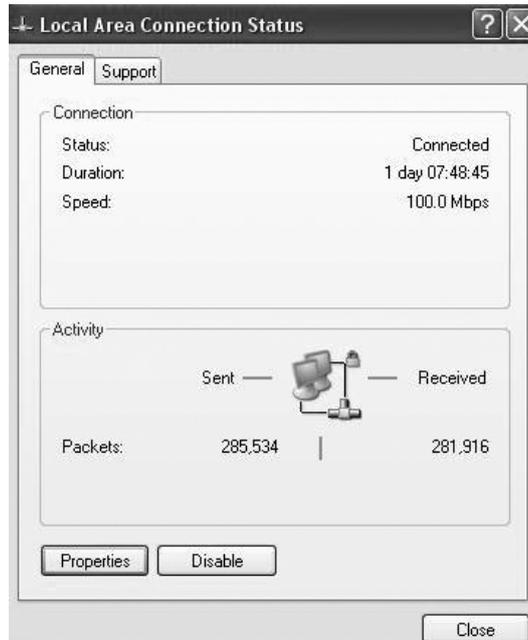


Abb. 18 LAN-Verbindung eines PC's

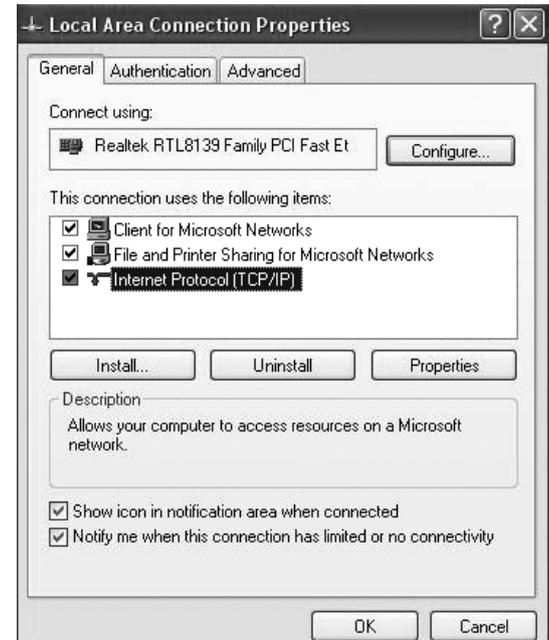
➔ Definieren Sie in den Eigenschaften der LAN-Verbindung folgende Adresse:

IP-Adresse: 169.254.168.1

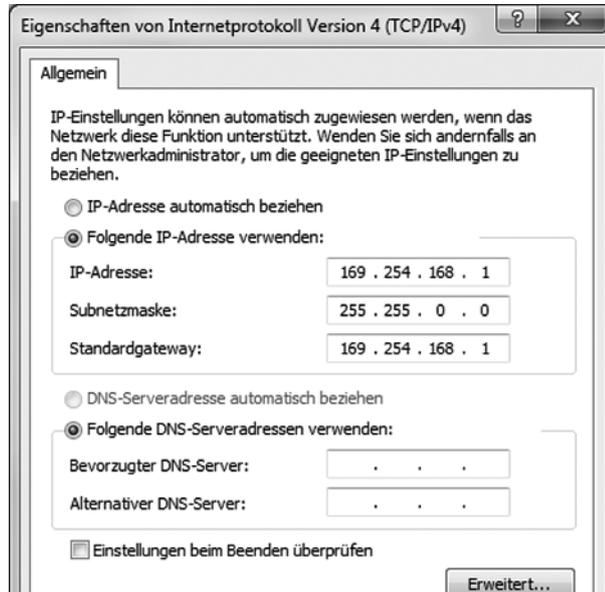
Subnetzwerkmaske: 255.255.0.0



➔ Wählen Sie **Properties** (Eigenschaften).



➔ Wählen Sie **Internet Protocol (TCP/IP) > Properties**.



Wenn sie DHCP aktivieren, ist das Gerät im Netzwerk auch über seinen DHCP-Hostnamen erreichbar. Dieser setzt sich aus Geräte- und Seriennummer zusammen: NAME\_SN z.B. KSS6420\_1001.

Der Controller unterstützt UPnP. Wenn Sie über ein Betriebssystem verfügen, bei dem der UPnP-Dienst aktiviert ist, z. B. standardmäßig bei Windows 7, so wird der Controller auch automatisch im Explorer unter den Netzwerkgeräten gelistet und kann von hier aus angesprochen werden, z. B. wenn Sie die IP-Adresse vergessen haben.

Die IP-Adresse des Controllers ist werkseitig auf 169.254.168.150 eingestellt. Die Kommunikation mit dem Controller erfolgt über einen Datenport (werkseitig 10001) für die Messwertübertragung und einen Kommandoport (Telnet, Port 23) für die Sensorbefehle.

Die IP-Einstellungen sowie der Datenport können jederzeit geändert werden:

- mittels Webbrowser. Geben Sie die aktuelle IP-Adresse in die Adresszeile ein. Über das Menü `Einstellungen` gelangen Sie in das Untermenü `Digitale Schnittstellen` und dann `Einstellungen Ethernet`. Hier können Sie eine neue IP-Adresse einstellen, DHCP aktivieren oder den Datenport verändern.
- über Softwarebefehle, [siehe 6.4](#).
- mit der Software `sensorTOOL`.

## 6.2 Datenformat der Messwerte

Alle zu einem Zeitpunkt aufgenommenen Messwerte werden zu einem Messwertframe zusammengefasst (ein Messwert pro Kanal).

Mehrere Messwertframes werden zu einem Messwertblock zusammengefasst und dann zusammen mit einem Header als TCP-Datenpaket übertragen.

Alle Messwerte und der Header werden im Little-Endian Format übertragen.

Inhalt	Größe	Beschreibung
Präambel	32 Bit	„MEAS“ als ASCII-Text
Artikelnummer	32 Bit	Artikelnummer des Sensors als int
Seriennummer	32 Bit	Seriennummer des Sensors als int
Kanäle (Bitfeld)	64 Bit	Bitfeld, welcher Kanal vorhanden. Es werden zwei Bit pro Kanal verwendet: „00“ = Kanal nicht vorhanden; „01“ = Kanal vorhanden. Der niedrigste Kanal befindet sich auf dem niederwertigsten Bit -> Dadurch Bestimmung der Anzahl Kanäle N möglich.
Status	32 Bit	Wird nicht verwendet.
Frame Anzahl M / Bytes pro Frame	16 Bit / 16 Bit	Ein Frame = ein Messwert je Kanal
Messwertzähler	32 Bit	Messwertzähler (des 1. Frames)
Messwertframe 1 [Anzahl Kanäle N]	N * 32 Bit	Messwerte aller Kanäle, beginnend mit der niedrigsten Kanalnummer
Messwertframe 2 [Anzahl Kanäle N]	N * 32 Bit	„
....	...	...
Messwertframe M [Anzahl Kanäle N]	N * 32 Bit	„

Alle Messwerte werden als Int32 übertragen. Die Messwertauflösung beträgt 24 Bit, d.h. es werden nur die niederwertigsten 24 Bit der Integer Zahl verwendet. Hexadezimaler Wertebereich: 0 ... FFFFFFFF<sub>16</sub>.

**Skalierung der Messwerte:**

$$\text{Messwert in } \mu\text{m} = \frac{\text{Digitalwert (Int)}}{0xFFFFFFFF} * \text{Max. Arbeitsabstand in } \mu\text{m}$$

Beispiel: Max. Arbeitsabstand Sensor KSH5 = 5000  $\mu\text{m}$ ; Digitalwert = 7FFFFFFF<sub>16</sub>

Messwert = 2500  $\mu\text{m}$

**Kanalnummer:**

- 0: Differenzsignal (= Wirbelstrom - kapazitives Signal) oder Dickensignal
- 1: kapazitives Signal
- 2: Wirbelstromsignal
- 3: Sensortemperatur

Standardmäßig werden die Messwerte kontinuierlich mit der jeweils eingestellten Datenrate über den Datenport ausgegeben.

Es gibt aber auch einen Triggermodus, bei dem einzelne Messwerte abgefragt werden können, [siehe 6.4.2.](#)

### 6.3 Einstellungen

#### **Betriebsarten:**

- Dauersenden mit fest eingestellter Datenrate
- Triggermodus (Hardwaretriggeringang oder Einzelmesswerte abrufen, [siehe 5.3](#)).

#### **Datenrate:**

Es können verschiedene Datenraten zwischen 2,5 Sa/s und 3,9 kSa/s eingestellt werden. Die Datenrate gilt für alle Kanäle.

#### **Filter/Messwertmittelung:**

Es sind folgende Filter auswählbar:

- gleitendes Mittel
- arithmetisches Mittel (nur jeder n-te Wert wird ausgegeben)
- Median
- Dynamische Rauschunterdrückung

Die Einstellung für die Mittelung gilt für alle Kanäle.

### 6.4 Befehle

Alle Befehle werden über Port 23 (Telnet) gesendet. Jeder Befehl beginnt mit einem \$-Zeichen, alle Zeichen die vor dem \$-Zeichen gesendet wurden, werden vom Controller ignoriert.

Der Controller gibt alle gesendeten Zeichen sofort als Echo zurück.

Befehle werden im ASCII-Format übertragen.

Ein Timeout ist circa 10 s nach der letzten Zeicheneingabe erreicht.

Befehle müssen mit <CR> oder <CRLF> enden.

### 6.4.1 Datenrate (STI)

Ändert die Samplettime in  $\mu s$  (bzw. Samplerate) für alle Kanäle, mit denen die Messwerte übertragen werden. Es wird die gewünschte Samplettime in  $\mu s$  an den Controller gesendet. Da nicht jede beliebige Samplettime möglich ist, antwortet der Controller mit der nächstmöglichen Samplettime in  $\mu s$ . Diese ist ab dann aktiv.

	STI = Set Sample Time
Befehl	\$STIn<CR> Beispiel: \$STI1200<CR>
Antwort	\$STIn,mOK<CRLF> Beispiel: \$STI1200,960OK<CRLF>
Index	n = gewünschte neue Samplettime in $\mu s$ (SOLL)
	m = neue Samplettime in $\mu s$ (IST)
Mögliche Sampletimes	
n (in $\mu s$ )	entspricht Datenrate
384000	2,6 Sa/s
192000	5,2 Sa/s
96000	10,4 Sa/s
64000	15,6 Sa/s
38400	26 Sa/s
32000	31,3 Sa/s
19200	52,1 Sa/s
16000	62,5 Sa/s
9600	104,2 Sa/s
1920	520,8 Sa/s
960	1041,7 Sa/s
480	2083,3 Sa/s
256	3906,3 Sa/s
Abfrage der Samplettime	
Befehl	\$STI?<CR>
Antwort	\$STI?nOK<CRLF>

#### 6.4.2 Triggermodus (TRG)

Es können drei verschiedene Einstellmöglichkeiten für den Triggereingang vorgenommen werden, [siehe 5.3](#). Unabhängig vom eingestellten Triggermode kann auch über einen Softwarebefehl, [siehe 5.4.3](#), einzelner Messwert pro Kanal abgefragt werden.

Ist der Triggermodus ausgeschaltet, so sendet der combiSENSOR 64x0 die Messwerte ununterbrochen mit der eingestellten Datenrate.

	TRG
Befehl	\$TRGn<CR>
Antwort	\$TRGnOK<CRLF>
Index	n = 0: Dauersenden (Standardeinstellung) n = 1: Triggermode 1 (rising edge) n = 2: Triggermode 2 (high level) n = 3: Triggermode 3 (gate rising edge) ? = Abfrage Triggerbetrieb
Abfrage Triggerbetrieb	
Befehl	\$TRG?<CR>
Antwort	\$TRG?nOK<CRLF>

#### 6.4.3 Messwert holen (GMD)

Im Triggermodus wird pro Kanal ein Messwert übertragen

	GMD
Befehl	\$GMD<CR>
Antwort	\$GMDOK<CRLF> + Messwert in binärer Form (Format wie in der Betriebsart Dauersenden) über Datenport

#### 6.4.4 Filter, Mittelungsart (AVT)

Art der Messwertmittelung

	AVT
Befehl	\$AVTn<CR>
Antwort	\$AVTnOK<CRLF>
Index	n = 0: Keine Mittelwertbildung (Standardeinstellung) n = 1: Gleitender Mittelwert n = 2: Arithmetischer Mittelwert (gibt nur n-ten Messwert aus) n = 3: Median n = 4: Dynamische Rauschunterdrückung ? = Abfrage Mittelungsart
Abfrage Mittelungsart	
Befehl	\$AVT?<CR>
Antwort	\$AVT?nOK<CRLF>

#### 6.4.5 Filter, Mittelungszahl (AVN)

Anzahl der Messwerte, über die eine Mittelung berechnet wird (einstellbar von 2 ... 8)

	AVN
Befehl	\$AVNn<CR>
Antwort	\$AVNnOK<CRLF>
Index	n = 2 ... 8 ? = Abfrage Mittelungszahl
Abfrage Mittelungszahl	
Befehl	\$AVN?<CR>
Antwort	\$AVN?nOK<CRLF>

#### 6.4.6 Dickenmessung (THM)

Setzt die Dickenmessfunktion für Kanal 1 (anstelle Differenzsignal)

	THM
Befehl	\$THMa,b,c<CR>
Antwort	\$THMa,b,cOK<CRLF>
Index	a = dielektrische Konstante (Float >1) b = Offset in $\mu\text{m}$ des Ergebnisses (Float) c = Max. Arbeitsabstand in $\mu\text{m}$ des verwendeten Sensors (z. B. 5000 mit KSH5)

Beispiel: \$THM3,3,10.23,5000<CR> (Dickenfunktion mit dielektrische Konstante 3,3 / Max. Arbeitsabstand Sensor = 5000  $\mu\text{m}$  und Offset = 10.23  $\mu\text{m}$ )

Funktion löschen: \$THM0<CR> (anstelle eines Dickenwertes gibt der Controller das Differenzsignal Wirbelstrom minus kapazitiv aus.)

#### 6.4.7 Nullsetzung Dickenwert (THZ)

Setzt den Wert eines Offsets für die Dickenmessung; damit wird der Ausgabewert für die Dicke auf 0  $\mu\text{m}$  gesetzt.

	THZ
Befehl	\$THZ<CR>
Antwort	\$THZOK<CRLF>

#### 6.4.8 Kanalstatus (CHS)

Gibt der Reihe nach aufsteigend an, in welchen Kanälen sich ein Einschub befindet (0 = kein Kanal verfügbar, 1 = Kanal verfügbar, 2= Dickenfunktion wird auf diesem Kanal ausgegeben).

	CHS
Befehl	\$CHS<CR>
Antwort	\$CHS2,1,1,1OK<CRLF> (Beispiel: Kanal 1,2,3,4 verfügbar, Kanal 1 mit Dickenfunktion)

#### 6.4.9 Status (STS)

Liest alle Einstellungen auf einmal aus.

Die einzelnen Parameter sind durch ein Semikolon getrennt. Die Struktur der jeweiligen Antworten entspricht den der Einzelabfragen.

	STS
Befehl	\$STS<CR>
Antwort	\$STSSTIn;AVTn;AVNn;CHS...;TRG.OK<CRLF>

#### 6.4.10 Version (VER)

Abfrage der aktuellen Softwareversion.

	VER
Befehl	\$VER<CR>
Antwort	\$VERDT6400;V1.2a;8010079<CRLF>

#### 6.4.11 Ethernet Settings (IPS)

Ändert die IP-Einstellungen des Controllers.

	IPS
Befehl	\$IPSm,<IPAddress>,<SubnetAddress>,<GatewayAddress><CR>
Beispiel	\$IPSO,169.254.168.150,255.255.0.0,169.254.168.1<CR>
Antwort	\$IPSm,<IPAddress>,<SubnetAddress>,<GatewayAddress>OK<CRLF>
Index	m = 0: statisch IP-Adresse m = 1: aktiviert DHCP* * Wenn DHCP aktiviert wird, muss keine IP-Subnet- und Gateway- Adresse übertragen werden.
Abfrage Einstellungen	
Befehl	\$IPS?
Antwort	\$IPS? m,<IPAddress>,<SubnetAddress>,<GatewayAddress>OK<CRLF>

#### 6.4.12 Zwischen Ethernet und EtherCAT wechseln (IFC = Interface)

Kommando schaltet zwischen Ethernet- und EtherCAT-Schnittstelle um. Wirkt nur, wenn sich der Schalter Ethernet/EtherCAT in der Stellung ECAT/Auto befindet. Ansonsten ist immer die Ethernetschnittstelle aktiviert. Die neue Schnittstelle ist erst nach einem Neustart des Controllers aktiv.

	IFC
Befehl	\$IFCm<CR> Beispiel: \$IFC1<CR>
Antwort	\$IFCmOK<CRLF>
Index	m = 0: Ethernet m = 1: EtherCAT
Abfrage	
Befehl	\$IFC?
Antwort	\$IFC?mOK<CRLF>

#### 6.4.13 Datenport abfragen (GDP)

Fragt die Portnummer des Datenports ab.

Befehl	\$GDP<CR>
Antwort	\$GDP<Port number>OK<CRLF> Beispiel: \$GDP10001OK<CRLF>

#### 6.4.14 Datenport setzen (SDP)

Setzt die Portnummer des Datenports. Wertebereich: 1024 ...65535.

Befehl	\$SDP<Portnumber> <CR> Beispiel: \$SDP10001OK<CR>
Antwort	\$SDP<Portnumber>OK<CRLF>

**6.4.15 Kanalinformation abrufen (CHI)**

Liest kanalspezifische Informationen (z.B. Seriennummer des Einschubs) aus.

Befehl	\$CHIm<CR>
Antwort	\$CHIm:ANO...,NAM...,SNO...,OFS...,RNG...,UNT...,DTY...OK<CRLF>
Index	<p>m (Channel number): 1 - 4</p> <p>ANO = Artikelnummer</p> <p>NAM = Name</p> <p>SNO = Seriennummer</p> <p>OFS = Offset</p> <p>RNG = Max. Arbeitsabstand</p> <p>UNT = Einheit (z. B. <math>\mu\text{m}</math>)</p> <p>DTY = Datentyp der Messwerte (1 = Messwert als INT, 0 = kein Messwert)</p>

**6.4.16 Controllerinformationen abrufen (COI)**

Liest Informationen des Controllers (z.B. Seriennummer) aus.

Befehl	\$COI<CR>
Antwort	\$COIANO...,NAM...,SNO...,OPT...,VER...OK<CRLF>
Index	<p>ANO = Artikelnummer</p> <p>NAM = Name</p> <p>SNO = Seriennummer</p> <p>OPT = Option</p> <p>VER = Firmwareversion</p>

**6.4.17 Login für Webinterface (LGI)**

Ändert die Benutzerebene für das Webinterface auf Experte.

Befehl	\$LGI<Password> <CR>
Antwort	\$LGI<Password> <OK>CRLF
Index	Password = Passwort des Gerätes. Im Auslieferungszustand ist kein Passwort vergeben. Das Feld kann somit leer bleiben.

**6.4.18 Logout für Webinterface (LGO)**

Ändert die Benutzerebene für das Webinterface auf Bediener.

Befehl	\$LGO<CR>
Antwort	\$LGOOK<CRLF>

**6.4.19 Passwort ändern (PWD)**

Ändert das Passwort des Gerätes (wird für Webinterface und den `sensorTOOL` benötigt).

Befehl	\$PWD<oldpassword>,<newpassword>,<newpassword> <CR>
Antwort	\$PWD<oldpassword>,<newpassword>,<newpassword>OK<CRLF> Ein Passwort kann aus 0 - 16 Zeichen bestehen und darf nur Zahlen und Buchstaben enthalten. Im Auslieferungszustand ist kein Passwort vergeben, das Feld kann somit leer bleiben.

### 6.4.20 Sprache für Webinterface ändern (LNG)

Ändert die Sprache des Webinterface.

Befehl	\$LNGn<CR>
Antwort	\$LNGnOK<CRLF>
Index	0 = System 1 = Englisch 2 = Deutsch

### 6.4.21 Fehlermeldungen

- Unbekannter Befehl: (ECHO) + \$UNKNOWN COMMAND<CRLF>
- Falscher Parameter nach Befehl: (ECHO) + \$WRONG PARAMETER<CRLF>
- Timeout (ca. 15 s nach letzter Eingabe) (ECHO) + \$TIMEOUT<CRLF>
- Falsches Passwort: \$WRONG PASSWORD<CRLF>

## 6.5 Bedienung mittels Ethernet

Im Controller werden dynamische Webseiten erzeugt, die die aktuellen Einstellungen des Controllers und der Peripherie enthalten. Die Bedienung ist nur so lange möglich, wie eine Ethernet-Verbindung zum Controller besteht.

### 6.5.1 Voraussetzungen

Sie benötigen einen Webbrowser mit HTML5 Unterstützung (z. B. Firefox ≥ 3.5 oder Internet Explorer ≥ 10) auf einem PC mit Netzwerkanschluss. Um eine einfache erste Inbetriebnahme des Controllers zu unterstützen, ist der Controller auf eine direkte Verbindung eingestellt.

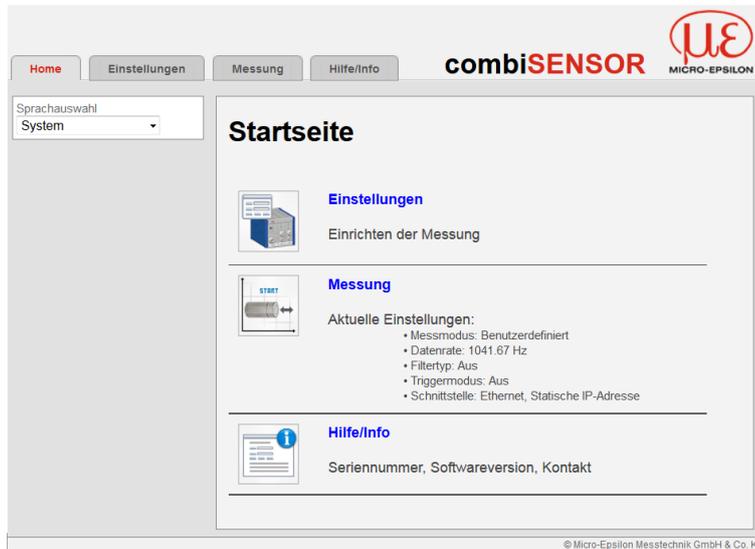
Falls Sie Ihren Browser so eingestellt haben, dass er über einen Proxy-Server ins Internet zugreift, fügen Sie bitte in den Einstellungen des Browsers die IP-Adresse des Controllers zu den IP-Adressen hinzu, die nicht über den Proxy-Server geleitet werden sollen.

Für die grafische Darstellung der Messergebnisse muss im Browser „Javascript“ aktiviert sein.

Direktverbindung mit PC, Controller mit statischer IP (Werkseinst.)		Netzwerk
PC mit statischer IP	PC mit DHCP	Controller mit dynamischer IP, PC mit DHCP
<p>➔ Verbinden Sie den Controller mit einem PC durch eine Ethernet-Direktverbindung (LAN). Verwenden Sie dazu ein LAN-Kabel mit RJ-45-Steckern.</p>		<p>➔ Verbinden Sie den Controller mit einem Switch durch eine Ethernet-Direktverbindung (LAN). Verwenden Sie dazu ein LAN-Kabel mit RJ-45-Steckern.</p>
<p>➔ Starten Sie das Programm <code>sensorTOOL</code>.</p> <p>➔ Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Start Scan</code>. Wählen Sie nun den gewünschten Controller aus der Liste aus. Für das Ändern der Adresseinstellungen klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Change IP...</code></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Address type: static IP-Address</li> <li>• IP address: 169.254.168.150<sup>1</sup></li> <li>• Subnet mask: 255.255.0.0</li> </ul> <p>➔ Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Apply</code> um die Änderungen an den Controller zu übertragen.</p> <p>➔ Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Start Browser</code> um den Controller mit Ihrem Standardbrowser zu verbinden.</p> <p>1) Setzt voraus, dass die LAN-Verbindung am PC z. B. folgende IP-Adresse benutzt: 169.254.168.1.</p>	<p>Warten Sie, bis Windows eine Netzwerkverbindung etabliert hat (Verbindung mit eingeschränkter Konnektivität).</p> <p>➔ Starten Sie das Programm <code>sensorTOOL</code>.</p> <p>➔ Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Start Scan</code>. Wählen Sie nun den gewünschten Controller aus der Liste aus.</p> <p>➔ Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Start Browser</code> um den Controller mit Ihrem Standardbrowser zu verbinden.</p>	<p>➔ Tragen Sie den Controller im DHCP ein / melden den Controller Ihrer IT-Abteilung.</p> <p>Der Controller bekommt von Ihrem DHCP-Server eine IP-Adresse zugewiesen. Diese IP-Adresse können Sie mit dem Programm <code>sensorTOOL</code> abfragen.</p> <p>➔ Starten Sie das Programm <code>sensorTOOL</code>.</p> <p>➔ Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Start Scan</code>. Wählen Sie nun den gewünschten Controller aus der Liste aus.</p> <p>➔ Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Start Browser</code> um den Controller mit Ihrem Standardbrowser zu verbinden.</p> <p>Alternativ: Wenn DHCP benutzt wird und der DHCP-Server mit dem DNS-Server gekoppelt ist, dann ist ein Zugriff auf den Controller über einen Hostnamen der Struktur „KSS6430_&lt;Seriennummer&gt;“ möglich.</p> <p>➔ Starten Sie einen Webbrowser auf Ihrem PC. Um einen Controller mit der Seriennummer „01234567“ zu erreichen, tippen Sie in die Adresszeile des Webbrowsers „KSS6430_01234567“ ein.</p>
<p>Im Webbrowser erscheinen nun interaktive Webseiten zur Einstellung von Controller und Peripherie.</p>		

Das Programm `sensorTOOL` finden Sie online unter <https://www.micro-epsilon.de/download/software/sensorTool.exe>.

## 6.5.2 Zugriff über Webinterface



In der oberen Navigationsleiste sind weitere Hilfsfunktionen (z. B. Settings) erreichbar. Alle Einstellungen in der Webseite werden sofort, nach Drücken der Schaltfläche Übernehmen, im Controller ausgeführt.

Abb. 19 Erste interaktive Webseite nach Aufruf der IP-Adresse

Die parallele Bedienung über Webbrowser und Telnet-Befehle ist möglich; die letzte Einstellung gilt.

Das Aussehen der Webseiten kann sich abhängig von den Funktionen und der Peripherie ändern. Jede Seite enthält Beschreibungen der Parameter und damit Tipps zum Konfigurieren des Controllers.

Bedienmenü, Controller-Parameter einstellen  
 Vorbemerkungen zu den Einstellmöglichkeiten

Sie können den combiSENSOR 64x0 gleichzeitig auf zwei verschiedene Arten programmieren:

- mittels Webbrowser über das Sensor-Webinterface
- mit ASCII-Befehlsatz und Terminalprogramm über Ethernet (Telnet).

Login, Wechsel Benutzerebene

Die Vergabe eines Passwortes verhindert unbefugtes Ändern von Einstellungen am Controller. Im Auslieferungszustand ist der Passwortschutz nicht aktiviert. Nach erfolgter Konfiguration des Controllers sollte der Passwortschutz aktiviert werden.

**i** Ein benutzerdefiniertes Passwort wird durch ein Firmware-Update nicht geändert.

Für den Bediener sind folgende Funktionen zugänglich:

	Bediener	Experte
Passwort erforderlich	nein	ja
Einstellungen ansehen	ja	ja
Einstellungen ändern, Passwort ändern	nein	ja
Messung starten	ja	ja
Skalierung Diagramme	ja	ja

Abb. 20 Rechte in der Benutzerhierarchie

Login

Angemeldet als

Passwort

Tippen Sie das Passwort in das Feld **Passwort ein** und bestätigen Sie die Eingabe mit **Anmelden**.

In die Betriebsart **Bediener** wechseln Sie mit einem Klick auf die Schaltfläche **Abmelden**.

Abb. 21 Wechsel in die Benutzerebene Experte

Die Benutzerverwaltung ermöglicht die Vergabe eines benutzerdefinierten Passwortes in der Betriebsart `EX-  
perte`.

Passwort	Wert	<i>Bei allen Passwörtern wird die Groß/Kleinschreibung beachtet, Zahlen sind erlaubt. Sonderzeichen sind nicht zugelassen.</i>
Benutzer-Level beim Einschalten	<i>Bediener / Experte</i>	<i>Legt die Benutzerebene fest, mit der der Sensor nach dem Wiedereinschalten startet. MICRO-EPSILON empfiehlt hier die Auswahl Bediener.</i>

Bei der erstmaligen Vergabe eines Passwortes bleibt das Feld `Altes Passwort` frei.

### 6.5.3 Dickenmessung

Das Differenzsignal von Kanal 1 kann bei bekannter relativer Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  des zu messenden Isolators auch direkt in einen Dickenwert umgerechnet und ausgegeben werden. Optional kann dem Ergebnis auch ein Offset hinzugefügt werden. Zur Skalierung des Ergebnisses muss der max. Arbeitsabstand des Kombisensors (z.B. 5000  $\mu\text{m}$ ) eingegeben werden. Der Dickenwert berechnet sich wie folgt:

$$D = \left[ S(\text{eddy}) - A(\text{capa}) \right] * \left[ \frac{\epsilon_r}{\epsilon_r - 1} \right] * \frac{WD}{100\%} + \text{Offset}$$

- D Dicke Messobjekt [ $\mu\text{m}$ ]
- S Signal Wirbelstromsensor [%]
- A Signal kapazitiver Sensor [%]
- $\epsilon_r$  Dielektrizitätskonstante Folie (Isolator)
- WD Max. Arbeitsabstand Sensor [ $\mu\text{m}$ ]
- Offset Konstante [ $\mu\text{m}$ ], Standardwert = 0

#### Dickenmessung

Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r$	<input type="text" value="3.37267232"/>	
Offset (optional)	<input type="text" value="-10.453761088"/>	$\mu\text{m}$
Max. Arbeitsabstand Sensor	<input type="text" value="5000"/>	$\mu\text{m}$

Übernehmen

Dicke Nullsetzen

Löschen

#### Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r$ berechnen

Differenzsignal ohne Objekt	<input type="text" value="0.14750672"/>	%	<input type="button" value="Aktuelle Position setzen"/>
Differenzsignal mit Objekt	<input type="text" value="14.217491152"/>	%	<input type="button" value="Aktuelle Position setzen"/>
Max. Arbeitsabstand Sensor	<input type="text" value="5000"/>	$\mu\text{m}$	
Dicke Messobjekt	<input type="text"/>	$\mu\text{m}$	
Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r$			

Berechnen

Abb. 22 Menü Einstellungen > Dickenmessung

Dickenmessung	Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r$	Wert	Dielektrizitätskonstante des verwendeten Messobjektes. Wird die Dielektrizitätskonstante berechnet, ersetzt der Controller den ursprünglichen Wert.
	Offset	Wert	Standardwert: 0. Addiert eine Konstante [ $\mu\text{m}$ ] zum Dickenwert.
	Max. Arbeitsabstand Sensor	Wert	Arbeitsabstand Sensor [ $\mu\text{m}$ ], Wertebereich: 5000 $\mu\text{m}$ oder 10000 $\mu\text{m}$ .
	Löschen		Mit der Schaltfläche wird die Dickenmessfunktion gelöscht, auf Kanal 1 wird die Differenz = Eddy - Capa ausgegeben.
	Dicke Nullsetzen		Die Schaltfläche setzt den Wert für den Offset so, dass sich ein Dickensignal von 0 $\mu\text{m}$ ergibt.
	Übernehmen		Ein Klick auf die Schaltfläche speichert die Werte dauerhaft im Controller, der Controller rechnet danach mit den neuen Werten.
Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r$ berechnen	Differenzsignal ohne Objekt	Wert	1. Schritt: Entfernen Sie das Messobjekt aus dem Messspalt, klicken Sie die Schaltfläche Aktuelle Position setzen.
	Differenzsignal mit Objekt	Wert	2. Schritt: Bringen Sie das Messobjekt in den Messspalt, klicken Sie die Schaltfläche Aktuelle Position setzen.
	Max. Arbeitsabstand Sensor	Wert	3. Schritt: Geben Sie den Wert [ $\mu\text{m}$ ] für den maximalen Arbeitsabstand an. Wertebereich: 5000 $\mu\text{m}$ oder 10000 $\mu\text{m}$ .
	Dicke Messobjekt	Wert	4. Schritt: Geben Sie den Dickenwert [ $\mu\text{m}$ ] des Mastermessobjektes ein.
	Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r$	Wert	Rechenergebnis für die Dielektrizitätskonstante.
	Berechnen		Ein Klick auf die Schaltfläche startet die Berechnung der Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r$ .

### 6.5.4 Triggermodus

Dieser Menüabschnitt beschreibt das Triggerverhalten. Ein Triggervorgang wird durch ein externes elektrisches Signal, [siehe 4.6.2](#), oder durch das Kommando \$ GMD ausgelöst, [siehe 6.4.3](#).

Wird die Triggerung beendet, sendet den combiSENSOR 64x0 kontinuierlich Messwerte mit der eingestellten Datenrate.

Triggermodus	Steigende Flanke	<i>Bei jeder steigenden Flanke am Triggereingang wird ein Messwert ausgegeben.</i>
	Pegel, hoch	<i>Solange ein High-Pegel am Triggereingang anliegt, werden Messwerte ausgegeben.</i>
	Gate rising edge	<i>Mit jeder steigenden Flanke am Triggereingang, wird die Messwertausgabe gestartet bzw. gestoppt.</i>
	Aus	<i>keine Triggerung aktiviert, der Controller sendet kontinuierlich Messwerte mit der eingestellten Datenrate.</i>

### 6.5.5 Datenrate

Datenrate	2.6 / 5.21 / 10.42 / 15.63 / 26.04 / 31.25 / 52.08 / 62.5 / 104.2 / 520.83 / 1041.67 / 2083.33 / 3906.25 Sa/s	Bestimmt die Häufigkeit im Controller, mit der Messdaten über die Ethernetschnittstelle ausgegeben werden.
-----------	---	--

### 6.5.6 Filter, Mittelung

Filtertyp	Aus		
	Gleitend	Wert	Filterbreite 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8
	Arithmetisch	Wert	
	Median	Wert	
	Dynamische Rauschunterdrückung		
<i>Festlegung des Mittelungstyps. Die Filterbreite bestimmt, wie viele Messwerte im Controller gemittelt werden bevor ein neuer Messwert ausgegeben wird.</i>			

Es ist empfehlenswert, die Mittelung für statische Messungen oder sich langsam ändernde Messwerte zu verwenden. Eine Mittelung reduziert das Rauschen oder blendet einzelne Störstellen im Messsignal aus.

### 6.5.7 Digitale Schnittstellen

Einstellungen Ethernet	IP-Einstellungen	Adresstyp	statische IP-Adresse / DHCP	Werte für die IP-Adresse / Gateway / Subnetzmaske. Nur bei statischer IP-Adresse allein.
		IP-Adresse	<i>Wert</i>	
		Subnetzmaske	<i>Wert</i>	
		Default Gateway	<i>Wert</i>	
		DHCP Host Name	<i>Wert</i>	
	Port-Einstellungen	Datenport	<i>Wert</i>	
		MAC-Adresse	<i>Wert</i>	
UUID		<i>Wert</i>		
Ethernet/ EtherCAT	Betriebsart nach Systemstart	Ethernet / EtherCAT		

### 6.6 Firmwareupdate

Der Controller verfügt über eine Firmwareupdatefunktion. Wir empfehlen immer die aktuellste Firmwareversion zu verwenden. Diese finden Sie auf unserer Homepage im Downloadbereich und kann mit beiliegendem Firmware Update Tool aufgespielt werden.

## 7. EtherCAT-Schnittstelle

### 7.1 Einleitung

Die EtherCAT-Schnittstelle ermöglicht eine schnelle Übertragung der Messwerte. Im Controller ist CANopen over EtherCAT (CoE) implementiert.

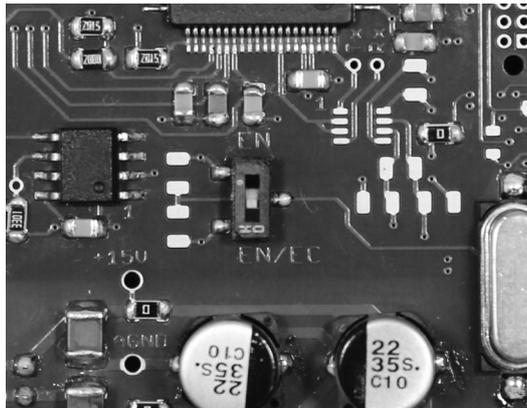
Service-Daten-Objekte SDO: Alle Parameter des Controllers können damit gelesen oder verändert werden.

Prozess-Daten-Objekte PDO: Ein PDO-Telegramm dient zur echtzeitfähigen Übertragung von Messwerten. Hier werden keine einzelnen Objekte adressiert, sondern direkt die Inhalte der zuvor ausgewählten Daten gesendet.

Die Abstandswerte werden als 32 Bit signed Integer-Werte übertragen.

### 7.2 Wechsel der Schnittstelle

Die Umschaltung zur EtherCAT-Schnittstelle über das Webinterface oder einem Befehl erfolgt nicht sofort, sondern erst nach einem Neustart des Controllers. Beachten Sie dabei auch, dass die Schalterstellung des EtherCAT-Schalters in der richtigen Position ist, [siehe Abb. 23](#).



Schalterposition	Erklärung
EN (Ethernet)	Unabhängig von der Softwareeinstellung ist immer die Ethernet-schnittstelle aktiv.
EN/EC (Ethernet/EtherCAT)	Schnittstelle aktiv, die per Webinterface oder Befehl eingestellt ist.

Abb. 23 Schalter für den Wechsel der Schnittstelle, Grundmodul KSS6420

Ein Wechsel von der EtherCAT-Schnittstelle wieder zu Ethernet ist mit dem Hardwareschalter auf dem Grundmodul KSS6420 oder über das entsprechende CoE-Object möglich. In beiden Fällen ist anschließend ein Neustart des Controllers erforderlich.

Zum Einbinden der EtherCAT-Schnittstelle, z.B. in TwinCAT, liegt eine ESI-Datei bei.

Weitere Details finden Sie im Anhang, [siehe A 2](#).

## 8. Betrieb und Wartung

Beachten Sie folgende Grundsätze:

- ➡ Stellen Sie sicher, dass die Sensoroberfläche stets sauber ist.
- ➡ Schalten Sie vor der Reinigung die Versorgungsspannung ab.
- ➡ Reinigen Sie mit einem feuchten Tuch und reiben Sie die Sensoroberfläche anschließend trocken.

Bei Änderung des Messobjekts oder bei sehr langen Betriebszeiträumen kann es zu leichten Einbußen der Betriebsqualität kommen. Diese Langzeitfehler können Sie durch Nachkalibrieren beseitigen.

➡ Unterbrechen Sie vor Berührung der Sensoroberfläche die Spannungsversorgung.

- > statische Entladung
- > Verletzungsgefahr

Bei einem Defekt am Controller, Sensor oder des Sensorkabels:

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

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

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

Tel. +49 (0) 8542 / 168-0  
Fax +49 (0) 8542 / 168-90  
info@micro-epsilon.de  
www.micro-epsilon.de



## 9. Haftung für Sachmängel

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.

Die Haftung für Sachmängel beträgt 12 Monate ab Lieferung. Innerhalb dieser Zeit werden fehlerhafte Teile, ausgenommen Verschleißteile, kostenlos instand gesetzt oder ausgetauscht, wenn das Gerät kostenfrei an MICRO-EPSILON eingeschickt wird.

Nicht unter die Haftung für Sachmängel fallen solche Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung oder Gewalteinwirkung entstanden oder auf Reparaturen oder Veränderungen durch Dritte zurückzuführen sind.

Für Reparaturen ist ausschließlich MICRO-EPSILON zuständig.

Weitergehende Ansprüche können nicht geltend gemacht werden. Die Ansprüche aus dem Kaufvertrag bleiben hierdurch unberührt.

MICRO-EPSILON haftet insbesondere nicht für etwaige Folgeschäden.

Im Interesse der Weiterentwicklung behalten wir uns das Recht auf Konstruktionsänderungen vor.

## 10. Außerbetriebnahme, Entsorgung

➡ Entfernen Sie das Versorgungs- und Ausgangskabel am Controller.

Durch falsche Entsorgung können Gefahren für die Umwelt entstehen.

➡ Entsorgen Sie das Gerät, dessen Komponenten und das Zubehör sowie die Verpackungsmaterialien entsprechend den einschlägigen landesspezifischen Abfallbehandlungs- und Entsorgungsvorschriften des Verwendungsgebietes.

**Anhang****A 1      Zubehör**

SCACx/5		Signalausgangskabel analog, Länge x in m
PS2020		Netzteil für Hutschienenmontage Eingang 230 VAC (115 VAC) Ausgang 24 VDC / 2,5 A; L/B/H 120 x 120 x 40 mm

## A 2 EtherCAT-Dokumentation

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 weitergesendet. 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 ® Technology Group ([www.ethercat.org](http://www.ethercat.org)) bzw. Beckhoff GmbH, ([www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com)).

### A 2.1 Einleitung

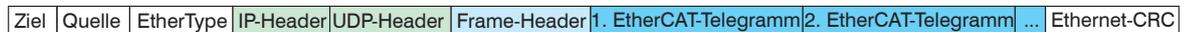
#### A 2.1.1 Struktur von EtherCAT®-Frames

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.

Ethernet-Frame 0x88A4



ODER



UDP/IP 0x88A4

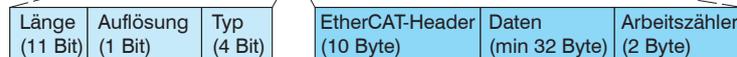


Abb. 24 Setup of EtherCAT frames

### **A 2.1.2 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 2.1.3 Adressierverfahren und FMMUs**

Um einen Slave im EtherCAT®-System zu adressieren, können vom Master verschiedene Verfahren angewendet werden. Das KSS6430 unterstützt als Full-Slave:

- Positionadressierung  
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 2.1.4 Sync Manager**

Sync-Manager dienen der Datenkonsistenz beim Datenaustausch zwischen EtherCAT®-Master und Slave. Jeder Sync-Manager-Kanal definiert einen Bereich des Anwendungsspeichers. Das KSS6430 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 2.1.5 EtherCAT-Zustandsmaschine

In jedem EtherCAT®-Slave ist die EtherCAT®-Zustandsmaschine implementiert. Direkt nach dem Einschalten des Controllers 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.

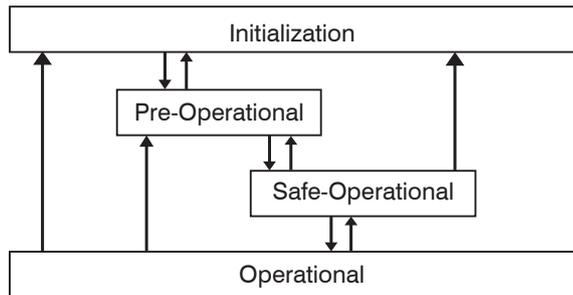


Abb. 25 EtherCAT State Machine

### **A 2.1.6 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 2.1.7 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 combiSENSOR 64x0 nicht verwendet. Die PDO Abbildung (Mapping) definiert, welche Anwendungsobjekte (Messdaten) in einem PDO übertragen werden. Der combiSENSOR 64x0 besitzt ein Tx PDO für die Messdaten. Als Prozessdaten stehen folgende Messwerte zur Verfügung:

- Counter           Messwertzähler (32 Bit)
- Channel 1        Abstandswert Kanal 1
- Channel 2        Abstandswert Kanal 2
- Channel 3        Abstandswert Kanal 3
- Channel 4        Abstandswert Kanal 4

### **A 2.1.8 Servicedaten SDO-Service**

Servicedatenobjekte (SDO's) werden hauptsächlich für die Übertragung von nicht zeitkritischen Daten, zum Beispiel Parameterwerten, verwendet. EtherCAT spezifiziert sowohl SDO-Dienste als auch SDO-Informationendienste: SDO-Dienste ermöglichen den Lese-/Schreibzugriff auf Einträge im CoE-Objektverzeichnis des Geräts. SDO-Informationendienste ermöglichen das Lesen des Objektverzeichnisses selbst und den Zugriff auf die Eigenschaften der Objekte. Alle Parameter des Messgerätes können damit gelesen oder verändert, oder Messwerte übermittelt werden. Ein gewünschter Parameter wird durch Index und Subindex innerhalb des Objektverzeichnisses adressiert.

## A 2.2 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.

### A 2.2.1 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301)

#### Übersicht

Index (h)	Name	Beschreibung
1000	Device type	Gerätetyp
1001	Error register	Fehlerregister
1008	Device name	Hersteller-Gerätename
1009	Hardware version	Hardware-Version
100A	Software version	Software-Version
1018	Identity	Geräte-Identifikation
1A00	TxPDO Mapping	TxPDO Mapping
1C00	Sync. manager type	Synchronmanagertyp
1C13	TxPDO assign	TxPDO assign

#### Objekt 1000h: Gerätetyp

1000	VAR	Device type	0x00200000	Unsigned32	ro
------	-----	-------------	------------	------------	----

Liefert Informationen über das verwendete Geräteprofil und den Gerätetyp.

#### Objekt 1001h: Fehlerregister

1001	VAR	Error register	0x00	Unsigned8	ro
------	-----	----------------	------	-----------	----

#### Objekt 1008h: Hersteller-Gerätename

1008	VAR	Device name	DT6430	Visible String	ro
------	-----	-------------	--------	----------------	----

**Objekt 1009h: Hardware-Version**

1009	VAR	Hardware version	V x.xxx	Visible String	ro
------	-----	------------------	---------	----------------	----

**Objekt 100Ah: Software-Version**

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

**Objekt 1018h: Geräte-Identifikation**

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

## Subindexes

0	VAR	Anzahl Einträge	4	Unsigned8	ro
1	VAR	Vendor ID	0x0000065E	Unsigned32	ro
2	VAR	Product-Code	0x003EDE73	Unsigned32	ro
3	VAR	Revision	0x00010000	Unsigned32	ro
4	VAR	Serial number	0x009A4435	Unsigned32	ro

Im Product-Code ist die Artikelnummer, in Serial number die Seriennummer des Sensors hinterlegt.

**Objekt 1A00h: TxPDO Mapping**

1A00	RECORD	TxPDO Mapping			
------	--------	---------------	--	--	--

## Subindexes

0	VAR	Anzahl Einträge	10	Unsigned8	ro
1	VAR	Subindex 001	0x0000:00	Unsigned32	ro
2	VAR	Subindex 002	0x6020:03	Unsigned32	ro
3	VAR	Subindex 003	0x6020:08	Unsigned32	ro
3	VAR	Subindex 004	0x6020:09	Unsigned32	ro
4	VAR	Subindex 005	0x6020:0A	Unsigned32	ro
6	VAR	Subindex 006	0x6020:0B	Unsigned32	ro

**Objekt 1C13h: TxPDO assign**

1C13	RECORD	TxPDO assign			
Subindexes					
0	VAR	Anzahl Einträge	1	Unsigned8	ro
1	VAR	Subindex 001	0x1A00	Unsigned16	ro

**A 2.2.2 Herstellerspezifische Objekte****Übersicht**

Index (h)	Name	Beschreibung
2010	Controller Info	Controller-Informationen
2020	Channel 1 Info	Information und Einstellungen von Kanal 1
2021	Channel 2 Info	Information und Einstellungen von Kanal 2
2022	Channel 3 Info	Information und Einstellungen von Kanal 3
2023	Channel 4 Info	Information und Einstellungen von Kanal 4
2060	Controller Settings	Controller-Einstellungen
2100	Controller Interface	Ethernet/EtherCAT-Einstellungen
2200	Commands	Kommandos
6020	Measuring values	Messwerte

**Objekt 2010h: Controller-Informationen**

2010	RECORD	Controller Info			ro
------	--------	-----------------	--	--	----

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	5	Unsigned8	ro
1	VAR	Name	DT6430	Visible String	ro
2	VAR	Serial No	xxxxxxxx	Unsigned32	ro
3	VAR	Article No	xxxxxxx	Unsigned32	ro
4	VAR	Option No	xxx	Unsigned32	ro
5	VAR	Firmware version	xxx	Visible String	ro

**Objekt 2020h: Channel Information**

2020	RECORD	Channel 1 Info			ro
------	--------	----------------	--	--	----

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	16	Unsigned8	ro
1	VAR	Name	DL64x0	Visible String	ro
2	VAR	Serial No	xxxxxxxx	Unsigned32	ro
5	VAR	Status	Active	Enum	ro
7	VAR	Range	100	Unsigned32	rw
8	VAR	Unit	$\mu\text{m}$	Enum	ro

Der Aufbau der Objekte 2021h bis 2023h entspricht dem Objekt 2020h.

**Objekt 2060h: Controller Settings**

2060	RECORD	Controller Settings			ro
------	--------	---------------------	--	--	----

## Subindices

0	VAR	Anzahl Einträge	4	Unsigned8	ro
1	VAR	Samplerate	2083,3 Hz	Enum	rw
2	VAR	Averaging type	Off	Enum	rw
3	VAR	Averaging number	2	Enum	rw
4	VAR	Trigger	Off	Enum	rw

**Objekt 2100h: Controller Interface**

2100	RECORD	Controller Interface			ro
------	--------	----------------------	--	--	----

## Subindices

0	VAR	Anzahl Einträge	7	Unsigned8	ro
1	VAR	Ethernet/EtherCAT	EtherCAT	Enum	rw
3	VAR	Ethernet Adresstyp	Static	Enum	rw
4	VAR	Ethernet IPAdress	169.254.168.150	Visible String	rw
5	VAR	Ethernet Subnet	255.255.0.0	Visible String	rw
6	VAR	Ethernet Gateway	169.254.168.1	Visible String	rw
7	VAR	Ethernet Dataport	10001	Unsigned16	rw

**Objekt 2200h: Commands**

2200	RECORD	Commands			ro
------	--------	----------	--	--	----

Subindices

0	VAR	Anzahl Einträge	2	Unsigned8	ro
1	VAR	Command	AVT1	Visible String	rw
2	VAR	Command Response	AVT1OK	Visible String	ro

Mit dem Objekt 2200h können beliebige Befehle an den Controller gesendet werden, z. B. die Mathematikfunktionen, da diese in den CoE-Objekten nicht definiert sind.

**Objekt 6020h: Measuring values**

6020	RECORD	Measuring values			ro
------	--------	------------------	--	--	----

Subindices

0	VAR	Anzahl Einträge	11	Unsigned8	ro
3	VAR	Counter	xxxx	Signed32	ro
8	VAR	Channel 1	xxxx	Signed32	ro
9	VAR	Channel 2	xxxx	Signed32	ro
10	VAR	Channel 3	xxxx	Signed32	ro
11	VAR	Channel 4	xxxx	Signed32	ro

**A 2.3 Messdatenformat**

Die Messwerte werden als Float übertragen.

Die Einheit kann aus den Channel-Info-Objekten 2020h bis 2023h gelesen werden.

## A 2.4 EtherCAT-Konfiguration mit dem Beckhoff TwinCAT®-Manager

Als EtherCAT-Master auf dem PC kann z.B. der Beckhoff TwinCAT Manager verwendet werden.

- Kopieren Sie die Gerätebeschreibungsdatei (EtherCAT®-Slave-Information) `Micro-Epsilon.xml` in das Verzeichnis `\\TwinCAT\IO\EtherCAT` (für TwinCATV2.xx) oder `\\TwinCAT\3.1\Config\IO\EtherCAT` (für TwinCAT V3.xx), bevor das Messgerät über EtherCAT® konfiguriert werden kann.

Das File finden Sie online unter

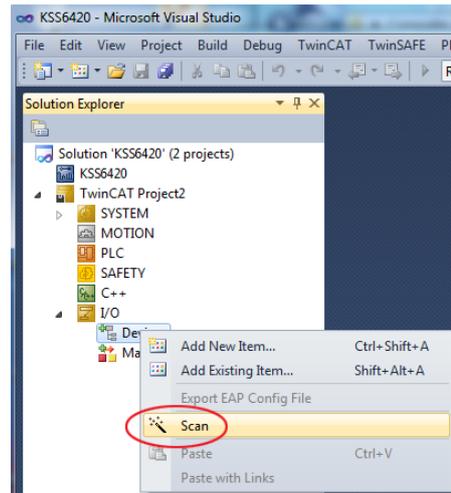
[https://www.micro-epsilon.de/download/software/Micro-Epsilon\\_EtherCAT\\_ESI-File.zip](https://www.micro-epsilon.de/download/software/Micro-Epsilon_EtherCAT_ESI-File.zip).

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

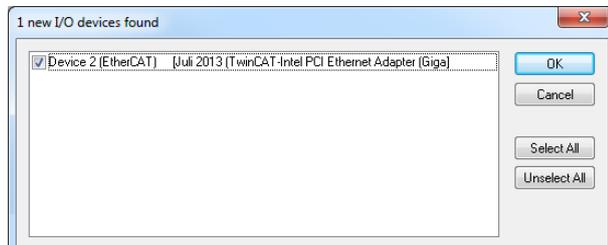
- Starten Sie den TwinCAT-Manager nach dem Kopieren neu.

### Suchen eines Gerätes:

- Wählen Sie den Reiter `Devices`, dann `Scan`.
- Bestätigen Sie mit `OK`.

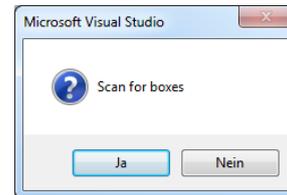


- Wählen Sie eine Netzwerkkarte aus, an denen nach EtherCAT®-Slaves gesucht werden soll.



➡ Bestätigen Sie mit **OK**.

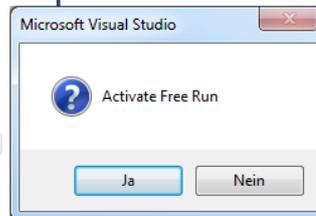
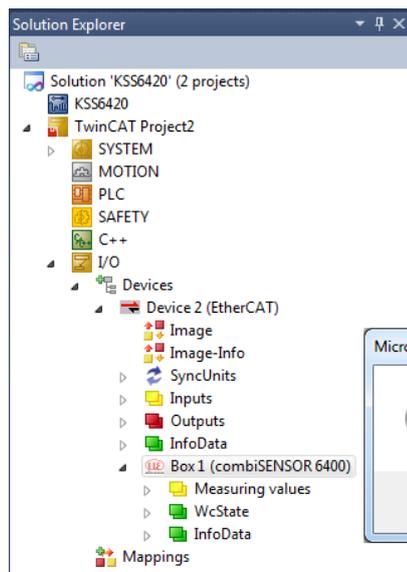
Es erscheint das Fenster Nach neuen Boxen suchen (EtherCAT®-Slaves).



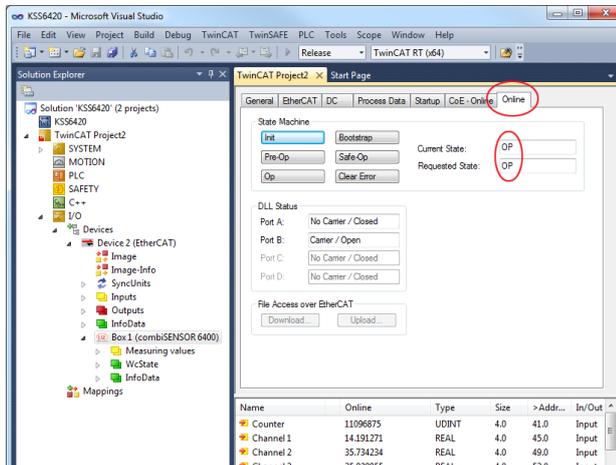
➡ Bestätigen Sie mit **Ja**.

Der combiSENSOR 64x0 ist nun in einer Liste aufgeführt.

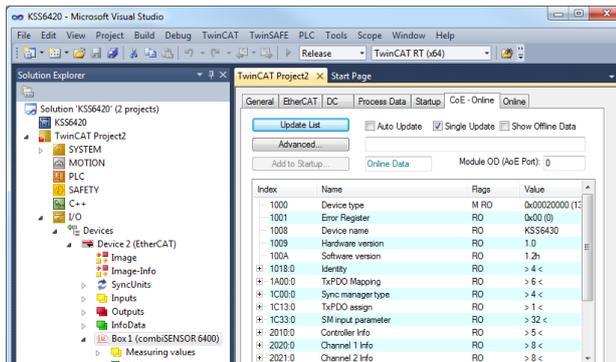
➡ Bestätigen Sie nun das Fenster Activate Free Run mit **Ja**.



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



Beispiel des kompletten Objektverzeichnisses (Änderungen vorbehalten).



Auf der Prozessdaten-Seite können die PDO Zuordnungen aus dem Gerät gelesen werden.

The screenshot shows the configuration interface for TwinCAT Project1. The 'Process Data' tab is active. The 'Sync Manager' table has the following data:

SM	Size	Type	Flags
0	128	MbxOut	
1	128	MbxIn	
2	0	Outputs	
3	22	Inputs	

The 'PDO List' table shows:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	22.0	Measuring values	MF	3	0

The 'PDO Content (0x1A00)' table shows:

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (hex)
0x6020:08	4.0	6.0	Channel 1	REAL	
0x6020:09	4.0	10.0	Channel 2	REAL	

The 'Download' section includes a 'Load PDO info from device' button, which is circled in red. Below the configuration area, a table lists device variables:

Name	Online	Type	Size	>Addr...	In/Out	User ID	Linked to
Counter	18598340	UDINT	4.0	41.0	Input	0	
Channel 1	14.168025	REAL	4.0	45.0	Input	0	
Channel 2	35.732231	REAL	4.0	49.0	Input	0	
Channel 3	35.927616	REAL	4.0	53.0	Input	0	
Channel 4	25.893494	REAL	4.0	57.0	Input	0	
WcState	0	BIT	0.1	1522.1	Input	0	

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

Name	Online	Type	Size	>Addr...	In/Out	User ID	Linked to
Counter	18598340	UDINT	4.0	41.0	Input	0	
Channel 1	14.168025	REAL	4.0	45.0	Input	0	
Channel 2	35.732231	REAL	4.0	49.0	Input	0	
Channel 3	35.927616	REAL	4.0	53.0	Input	0	
Channel 4	25.893494	REAL	4.0	57.0	Input	0	
WcState	0	BIT	0.1	1522.1	Input	0	





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

X9750369-A042032HDR  
© MICRO-EPSILON MESSTECHNIK