

Betriebsanleitung  
interferoMETER IMS5200-TH

IMS5200-TH26  
IMS5200MP-TH26

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

94496 Ortenburg / Deutschland

Tel: +49 (0) 8542 / 168-0  
Fax: +49 (0) 8542 / 168-90  
[info@micro-epsilon.de](mailto:info@micro-epsilon.de)  
<https://www.micro-epsilon.de>

## Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheit.....	9
1.1	Verwendete Zeichen.....	9
1.2	Warnhinweise.....	9
1.3	Hinweise zur Produktkennzeichnung.....	9
1.3.1	CE-Kennzeichnung.....	9
1.3.2	UKCA-Kennzeichnung.....	9
1.4	Bestimmungsgemäße Verwendung.....	10
1.5	Bestimmungsgemäßes Umfeld.....	10
2	Funktionsprinzip, Technische Daten.....	11
2.1	Kurzbeschreibung.....	11
2.2	Messprinzip.....	11
2.3	Begriffsdefinition.....	11
2.4	Betriebsart.....	12
2.5	Sensorik.....	12
2.6	Technische Daten IMS5200.....	12
3	Lieferung.....	14
3.1	Lieferumfang.....	14
3.2	Lagerung.....	14
4	Montage.....	15
4.1	IMC5200 Controller.....	15
4.2	Bedienelemente IMC5200.....	16
4.3	LEDs Controller IMC5200.....	16
4.4	Elektrische Anschlüsse IMC5200.....	17
4.4.1	Anschlussmöglichkeiten.....	17
4.4.2	Handhabung der steckbaren Schraubklemmen.....	17
4.4.3	Massekonzept, Schirmung.....	17
4.4.4	Versorgungsspannung (Power).....	18
4.4.5	RS422.....	18
4.4.6	Ethernet, EtherCAT.....	18
4.4.7	Analogausgang.....	19
4.4.8	Schaltausgänge (Digital I/O).....	19
4.4.9	Synchronisation (Ein-/Ausgänge).....	20
4.4.10	Triggerung.....	21
4.4.11	Encodereingänge.....	22
4.5	Sensorkabel.....	23
4.6	Sensorik.....	24
4.6.1	Abmessungen Sensor.....	24
4.6.2	Messbereichsanfang.....	25
4.6.3	Befestigung, Montageadapter.....	25
5	Betrieb.....	26
5.1	Inbetriebnahme.....	26
5.2	Bedienung mittels Ethernet.....	26
5.2.1	Voraussetzungen.....	26
5.2.2	Zugriff über Webinterface.....	28
5.3	Sensor auswählen.....	28
5.4	Taste Multifunction.....	29
5.5	Positionierung Messobjekt, Dickenmessung.....	29
5.6	Presets, Setups, Messkonfiguration, Signalqualität.....	30
5.7	FFT-Signal.....	32
5.8	Dickenmessung mit Webseiten-Anzeige.....	33
5.9	Einstellungen speichern/laden.....	35
6	Erweiterte Einstellungen, Webinterface.....	37
6.1	Eingänge.....	37
6.1.1	Synchronisation.....	37
6.1.2	Encoder.....	37
6.1.3	Tastenfunktion.....	37
6.1.4	Termination, Abschlusswiderstand.....	37
6.1.5	Eingangspegel.....	38

6.2	Messwertaufnahme.....	38
6.2.1	Messrate.....	38
6.2.2	Maskierung des Auswertebereichs.....	38
6.2.3	Anzahl Peaks.....	39
6.2.4	Messpeak Sortierung.....	41
6.2.5	Triggerung.....	42
6.2.5.1	Allgemein.....	42
6.2.5.2	Triggerung der Messwertaufnahme.....	44
6.2.5.3	Triggerung der Messwertausgabe.....	44
6.2.6	Materialauswahl.....	44
6.2.7	Erkennungsschwelle.....	46
6.3	Signalverarbeitung, Rechnung.....	47
6.3.1	Datenquelle, Parameter, Rechenprogramme.....	47
6.3.2	Definitionen.....	48
6.3.3	Mittelung.....	49
6.3.3.1	Allgemein.....	49
6.3.3.2	Gleitender Mittelwert.....	49
6.3.3.3	Rekursiver Mittelwert.....	50
6.3.3.4	Median.....	50
6.4	Nachbearbeitung.....	51
6.4.1	Nullsetzen, Mastern.....	51
6.4.2	Statistik.....	53
6.4.3	Datenreduktion, Ausgabe-Datenrate.....	54
6.4.4	Fehlerbehandlung (Letzten Wert halten).....	54
6.5	Ausgänge.....	54
6.5.1	Allgemein.....	54
6.5.2	RS422.....	55
6.5.3	Datenausgabe Ethernet.....	56
6.5.4	Analogausgang.....	56
6.5.4.1	Auswahlmöglichkeiten, Skalierung.....	56
6.5.4.2	Berechnung Messwert aus Stromausgang.....	57
6.5.4.3	Berechnung Messwert aus Spannungsausgang.....	57
6.5.5	Schaltausgänge, Grenzwertüberwachung.....	58
6.5.6	Datenausgabe, Schnittstellenauswahl.....	58
6.5.7	Einstellungen Ethernet.....	59
6.6	Systemeinstellungen.....	59
6.6.1	Einheit im Webinterface.....	59
6.6.2	Sprachunterstützung.....	60
6.6.3	Tastensperre.....	60
6.6.4	Laden und Speichern.....	60
6.6.5	Import, Export.....	60
6.6.6	Zugriffsberechtigung, Login, Logout.....	61
6.6.7	Controller rücksetzen.....	62
6.6.8	Lichtquelle.....	62
6.6.9	Materialtabelle.....	62
6.6.10	Wechsel Ethernet EtherCAT.....	62
7	Dickenmessung.....	64
7.1	Voraussetzungen.....	64
7.2	Auswahl des Sensors.....	64
7.3	Materialauswahl.....	64
7.4	FFT-Signal.....	64
8	Digitale Schnittstelle RS422.....	66
8.1	Messdatenformat.....	66
8.1.1	Bitstruktur.....	66
8.1.2	Beschreibung.....	66
8.1.3	Beispiele.....	67
8.2	Ausgabewerte, Skalierung.....	68
9	Ethernet-Schnittstelle.....	70
9.1	Messdatenübertragung an einen Messwertserver über Ethernet.....	70
9.2	Ausgabewerte, Skalierung.....	70
10	Haftungsausschluss.....	72

11	Service, Reparatur.....	73
12	Außerbetriebnahme, Entsorgung.....	74
13	Zubehör, Serviceleistungen.....	75
14	Werkseinstellung.....	76
15	ASCII-Kommunikation mit Controller.....	77
15.1	Generell.....	77
15.2	Übersicht Befehle.....	77
15.3	Allgemeine Befehle.....	80
15.3.1	Allgemein.....	80
15.3.1.1	Hilfe.....	80
15.3.1.2	Controllerinformation.....	80
15.3.1.3	Antworttyp.....	80
15.3.1.4	Parameterübersicht.....	80
15.3.1.5	Synchronisation.....	81
15.3.1.6	Terminierungswiderstand an Sync/Trig.....	81
15.3.1.7	Sensor booten.....	81
15.3.1.8	Zähler zurücksetzen.....	81
15.3.2	Benutzerebene.....	81
15.3.2.1	Wechsel der Benutzerebene.....	81
15.3.2.2	Wechsel in die Benutzerebene.....	82
15.3.2.3	Abfrage der Benutzerebene.....	82
15.3.2.4	Einstellen des Standardnutzers.....	82
15.3.2.5	Kennwort ändern.....	82
15.3.3	Sensor.....	82
15.3.3.1	Info zu Linearisierungstabellen.....	82
15.3.3.2	Sensornummer.....	82
15.3.3.3	Sensorinformationen.....	82
15.3.3.4	LED.....	82
15.3.4	Triggerung.....	83
15.3.4.1	Triggerquelle.....	83
15.3.4.2	Ausgabe von getriggerten Werten, mit/ohne Mittelung.....	83
15.3.4.3	Triggerart.....	83
15.3.4.4	Aktivpegel des Triggereinganges.....	83
15.3.4.5	Software - Triggerimpuls.....	83
15.3.4.6	Anzahl der auszugebenden Messwerte.....	83
15.3.4.7	Pegelauswahl Triggereingang TrigIn.....	83
15.3.4.8	Maximale Encoder-Triggerung.....	84
15.3.4.9	Minimale Encoder-Triggerung.....	84
15.3.4.10	Schrittweite Encoder-Triggerung.....	84
15.3.4.11	Beispiel.....	84
15.3.5	Encoder.....	84
15.3.5.1	Encoder-Interpolationstiefe.....	84
15.3.5.2	Wirkung der Referenzspur.....	84
15.3.5.3	Encoderwert.....	84
15.3.5.4	Encoderwert per Software setzen.....	85
15.3.5.5	Rücksetzen der Erkennung der ersten Referenzmarke.....	85
15.3.5.6	Maximaler Encoderwert.....	85
15.3.5.7	Encoder3 An/Aus.....	85
15.3.6	Schnittstellen.....	85
15.3.6.1	Ethernet IP-Einstellungen.....	85
15.3.6.2	Einstellung zur Ethernet-Messwertübertragung.....	85
15.3.6.3	Einstellung der RS422-Baudrate.....	86
15.3.6.4	Wechsel Ethernet / EtherCAT.....	86
15.3.6.5	Messungen pro Frame.....	86
15.3.6.6	TCP An/Aus.....	86
15.3.7	Parameterverwaltung, Einstellungen laden/speichern.....	86
15.3.7.1	Verbindungseinstellungen laden / speichern.....	86
15.3.7.2	Geänderte Parameter anzeigen.....	86
15.3.7.3	Export von Parametersätzen in PC.....	86
15.3.7.4	Import von Parametersätzen aus PC.....	86
15.3.7.5	Werkseinstellungen.....	87

15.3.7.6	Messeinstellungen bearbeiten, speichern, anzeigen, löschen.....	87
15.3.8	Messung.....	87
15.3.8.1	Messrate.....	87
15.3.8.2	Maskierung des Auswertebereichs.....	88
15.3.8.3	Mindestschwelle Peakerkennung.....	88
15.3.8.4	Critval Funktion.....	88
15.3.8.5	Anzahl Peaks.....	88
15.3.8.6	Sortierung der Peaks.....	88
15.3.9	Materialdatenbank.....	88
15.3.9.1	Materialtabelle.....	88
15.3.9.2	Material auswählen.....	89
15.3.9.3	Materialeigenschaft anzeigen.....	89
15.3.9.4	Materialtabelle editieren.....	89
15.3.9.5	Material ergänzen.....	89
15.3.9.6	Materialzusammensetzung Messobjekt bestimmen.....	89
15.3.9.7	Medium vor dem Messobjekt definieren.....	90
15.3.9.8	Löschen eines Materials.....	90
15.3.9.9	Vorhandene Materialnamen im Controller.....	90
15.3.9.10	Geschützte Materialien im Controller.....	90
15.3.10	Messwertbearbeitung.....	90
15.3.10.1	Liste möglicher auszuwählender Statistiksignale.....	90
15.3.10.2	Statistische Signale generieren.....	90
15.3.10.3	Liste Statistiksignale.....	90
15.3.10.4	Statistikberechnung rücksetzen.....	91
15.3.10.5	Liste der möglichen zu parametrisierenden Signale.....	91
15.3.10.6	Parametrisieren der Mastersignale.....	91
15.3.10.7	Liste möglicher Signale für das Mastern.....	91
15.3.10.8	Mastern / Nullsetzen.....	91
15.3.10.9	Berechnung im Kanal.....	91
15.3.10.10	Liste möglicher Berechnungssignale.....	92
15.3.11	Datenausgabe.....	92
15.3.11.1	Auswahl Digitalausgang.....	92
15.3.11.2	Ausgabe-Datenrate.....	93
15.3.11.3	Reduzierungszähler Messwertausgabe.....	93
15.3.11.4	Fehlerbehandlung.....	93
15.3.12	Auswahl der anzugebenden Messwerte.....	93
15.3.12.1	Allgemein.....	93
15.3.12.2	Datenauswahl für Ethernet.....	93
15.3.12.3	Liste der mögliche Signale für Ethernet.....	93
15.3.12.4	Liste ausgewählter Signale, Reihenfolge über Ethernet.....	93
15.3.12.5	Liste der ausgewählten Signale, Reihenfolge über RS422.....	94
15.3.12.6	Datenauswahl für RS422.....	94
15.3.12.7	Liste der mögliche Signale für RS422.....	94
15.3.13	Schaltausgang.....	94
15.3.13.1	Error-Schaltausgänge.....	94
15.3.13.2	Setzen des auszuwertenden Signales.....	94
15.3.13.3	Liste der möglichen Signale für den Errorausgang.....	94
15.3.13.4	Setzen der Grenzwerte.....	94
15.3.13.5	Setzen des Wertes.....	94
15.3.13.6	Schaltverhalten der Fehlerausgänge.....	95
15.3.14	Analogausgang.....	95
15.3.14.1	Datenauswahl.....	95
15.3.14.2	Liste der möglichen Signale für den Analogausgang.....	95
15.3.14.3	Ausgabebereich.....	95
15.3.14.4	Einstellung der Skalierung des DAC.....	95
15.3.14.5	Einstellung des Skalierungsbereiches.....	96
15.3.15	Tastenfunktion.....	96
15.3.15.1	Taste Multifunction.....	96
15.3.15.2	Signalauswahl für Mastern mit Multifunktionstaste.....	96
15.3.15.3	Tastensperre.....	96
15.4	Messwert-Format, Aufbau.....	96

15.5	Warn- und Fehlermeldungen.....	97
16	EtherCAT-Dokumentation.....	99
16.1	Allgemein.....	99
16.2	Wechsel Ethernet EtherCAT.....	99
16.3	Einleitung.....	99
16.3.1	Struktur von EtherCAT®-Frames.....	99
16.3.2	EtherCAT®-Dienste.....	100
16.3.3	Adressierverfahren und FMMUs.....	100
16.3.4	Sync Manager.....	100
16.3.5	EtherCAT-Zustandsmaschine.....	101
16.3.6	CANopen über EtherCAT.....	101
16.3.7	Prozessdatenobjekt-Mapping (PDO-Mapping).....	101
16.3.8	Servicedaten SDO-Service.....	102
16.4	CoE – Objektverzeichnis.....	102
16.4.1	Kommunikationsspezifische Standard-Objekte.....	102
16.4.1.1	Overview.....	102
16.4.1.2	Objekt 1000h: Gerätetyp.....	102
16.4.1.3	Objekt 1008h: Hersteller-Gerätename.....	102
16.4.1.4	Objekt 1009h: Hardware-Version.....	103
16.4.1.5	Objekt 100Ah: Software-Version.....	103
16.4.1.6	Objekt 1018h: Geräte-Identifikation.....	103
16.4.1.7	TxPDO Mapping.....	103
16.4.1.8	Objekt 1C00h: Synchronmanagertyp.....	105
16.4.1.9	Objekt 1C12h: RxPDO Assign.....	105
16.4.1.10	Objekt 1C13h: TxPDO-Assign.....	105
16.4.1.11	Objekt 1C33h: Synchronmanager Eingangsparameter.....	105
16.4.2	Herstellerspezifische Objekte.....	106
16.4.2.1	Overview.....	106
16.4.2.2	Objekt 2001h: Benutzerebene.....	107
16.4.2.3	Objekt 2005h: Controller-Informationen (weitere).....	107
16.4.2.4	Objekt 2020h: Laden, Speichern, Werkseinstellung.....	108
16.4.2.5	Objekt 2021h: Preset.....	108
16.4.2.6	Objekt 2022h: Messeinstellungen.....	108
16.4.2.7	Objekt 203Fh: Sensorfehler.....	109
16.4.2.8	Objekt 2101h: Reset.....	109
16.4.2.9	Objekt 2105h: Werkseinstellungen.....	109
16.4.2.10	Objekt 2107h: Zähler Reset.....	109
16.4.2.11	Objekt 2141h: FFT-Signal anfordern.....	109
16.4.2.12	Objekt 2142h: FFT-Signal freigeben.....	109
16.4.2.13	Objekt 2150h: Sensor.....	110
16.4.2.14	Objekt 2152h: Sensorauswahl.....	110
16.4.2.15	Objekt 2156h: Anzahl Peaks Mehrschichtmaterialien.....	110
16.4.2.16	Objekt 2162h: Peakoptionen.....	110
16.4.2.17	Objekt 2163h: Peakauswahl.....	110
16.4.2.18	Objekt 21B0h: Digitale Schnittstellen.....	111
16.4.2.19	Objekt 21B1h: Auswahl Schnittstelle.....	111
16.4.2.20	Objekt 21C0h: Ethernet.....	111
16.4.2.21	Objekt 21D0h: Analogausgang.....	112
16.4.2.22	Objekt 21F3h: Schaltausgang 1.....	112
16.4.2.23	Objekt 21F4h: Schaltausgang 2.....	113
16.4.2.24	Objekt 2251h: Messrate.....	113
16.4.2.25	Objekt 24A0h: Keylock.....	113
16.4.2.26	Objekt 24A2h: Multifunktionstaste.....	113
16.4.2.27	Objekt 25A0h: Encoder 1, 2.....	114
16.4.2.28	Objekt 25A1h: Encoder 3.....	114
16.4.2.29	Objekt 2711h: Maskierung des Auswertebereichs.....	114
16.4.2.30	Objekt 2800h: Materialinformation.....	115
16.4.2.31	Objekt 2802h: Materialtabelle bearbeiten.....	115
16.4.2.32	Objekt 2803h: Vorhandene Materialien.....	115
16.4.2.33	Objekt 2804h: Material auswählen.....	116
16.4.2.34	Objekt 2805h: Material zwischen Sensor und 1. Schicht.....	116

16.4.2.35	Objekt 2A00h: Mastern.....	116
16.4.2.36	Objekt 2A10h: Statistik.....	116
16.4.2.37	Objekt 2C00h: Messwertberechnung .....	117
16.4.2.38	Objekt 2E00h: Benutzersignale.....	119
16.5	Mappable Objects - Prozessdaten.....	120
16.6	Fehlercodes für SDO-Services.....	120
16.7	Oversampling.....	121
16.8	Berechnung.....	122
16.9	Betriebsmodi.....	122
16.9.1	Free Run.....	122
16.9.2	Distributed Clocks SYNC0 Synchronisierung.....	122
16.10	FFT-Signal über SDO.....	123
16.11	Bedeutung der STATUS-LED im EtherCAT-Betrieb.....	123
16.12	EtherCAT-Konfiguration mit dem Beckhoff TwinCAT®-Manager.....	123
17	Telnet.....	127
17.1	Allgemein.....	127
17.2	Verbindungsaufbau.....	127
17.3	Fehlermeldungen.....	127
	Index.....	128

---




# 1 Sicherheit


## 1.1 Verwendete Zeichen

Die Systemhandhabung setzt die Kenntnis der Betriebsanleitung voraus.

In dieser Betriebsanleitung werden folgende Bezeichnungen verwendet:

 VORSICHT	Zeigt eine gefährliche Situation an, die zu geringfügigen oder mittelschweren Verletzungen führt, falls diese nicht vermieden wird.
HINWEIS	Zeigt eine Situation an, die zu Sachschäden führen kann, falls diese nicht vermieden wird.
►	Zeigt eine ausführende Tätigkeit an.
i	Zeigt einen Anwendertipp an.
Messung	Zeigt eine Hardware oder eine(n) Schaltfläche/Menüeintrag in der Software an.

## 1.2 Warnhinweise

 VORSICHT	<p>Schließen Sie die Spannungsversorgung nach den Vorschriften für elektrische Betriebsmittel an.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verletzungsgefahr</li> <li>• Beschädigung oder Zerstörung des Sensors und/oder des Controllers</li> </ul>
HINWEIS	<p>Versorgungsspannung darf angegebene Grenzen nicht überschreiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschädigung oder Zerstörung des Sensors und/oder des Controllers</li> <li>• Vermeiden Sie Stöße und Schläge auf den Sensor und auf den Controller.</li> <li>• Beschädigung oder Zerstörung des Sensors und/oder des Controllers</li> <li>• Knicken Sie niemals den Lichtleiter, biegen Sie den Lichtleiter nicht in engen Radien.</li> <li>• Beschädigung oder Zerstörung der Lichtwellenleiter, Ausfall des Messgerätes</li> <li>• Schützen Sie die Enden der Lichtwellenleiter vor Verschmutzung (Schutzkappen verwenden).</li> <li>• Ausfall des Messgerätes</li> <li>• Schützen Sie die Kabel vor Beschädigung.</li> <li>• Ausfall des Messgerätes</li> </ul>

## 1.3 Hinweise zur Produktkennzeichnung

### 1.3.1 CE-Kennzeichnung

Für das Produkt gilt:

- Richtlinie 2014/30/EU („EMV“)
- Richtlinie 2011/65/EU („RoHS“)

Produkte, die das CE-Kennzeichen tragen, erfüllen die Anforderungen der zitierten EU-Richtlinien und der jeweils anwendbaren harmonisierten europäischen Normen (EN).

Das Produkt ist ausgelegt für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich.

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

### 1.3.2 UKCA-Kennzeichnung

Für das Produkt gilt:

- SI 2016 No. 1091 („EMC“)
- SI 2012 No. 3032 („RoHS“)

Produkte, die das UKCA-Kennzeichen tragen, erfüllen die Anforderungen der zitierten Richtlinien und der jeweils anwendbaren Normen.

Das Produkt ist ausgelegt für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich.

Die UKCA-Konformitätserklärung und die technischen Unterlagen werden gemäß der UKCA-Richtlinien für die zuständigen Behörden bereitgehalten.

#### 1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Messsystem ist für den Einsatz im Industrie- und Wohnbereich konzipiert.

Es wird eingesetzt zur

- Dickenmessung
- Qualitätsüberwachung und Dimensionsprüfung

Das Messsystem darf nur innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Werte betrieben werden.

Das System ist so einzusetzen, dass bei Fehlfunktionen oder Totalausfall des Systems 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

Modell		IMS5200-TH26, IMS5200MP-TH26	Option VAC
Schutzart	Sensor	IP65 (frontseitig)	IP40
		Die Schutzart gilt nicht für optische Eingänge, da deren Verschmutzung zur Beeinträchtigung oder dem Ausfall der Funktion führt.	
	Controller	IP40	
Temperaturbereich	Lagerung	-20 ... +70 °C	
	Betrieb	Sensor: +10 ... +50 °C (frontseitig)	
		Controller: +10 ... +50 °C	
Luftfeuchtigkeit		5 ... 95 % (nicht kondensierend)	
Umgebungsdruck		Atmosphärendruck	
EMC		Gemäß EN 61000-6-3 / EN 61326-1 (Klasse B) und EN 61 000-6-2 / EN 61326-1	

## 2 Funktionsprinzip, Technische Daten

### 2.1 Kurzbeschreibung

Das Messsystem interfeRoMETER besteht aus:

- IMP-VIS-THxx Sensor
- IMC5200 Controller

Der Sensor ist völlig passiv, da er keine Wärmequellen oder beweglichen Teile beinhaltet. Dadurch wird eine wärmebedingte Ausdehnung vermieden, wodurch sich eine hohe Genauigkeit des Messverfahrens ergibt.

Der Controller wandelt die vom Sensor erhaltenen Lichtsignale mit einem Spektrometer um, berechnet die Dicke über den integrierten Signalprozessor (CPU) und überträgt die gemessenen Daten über die Schnittstellen oder den Analogausgang.

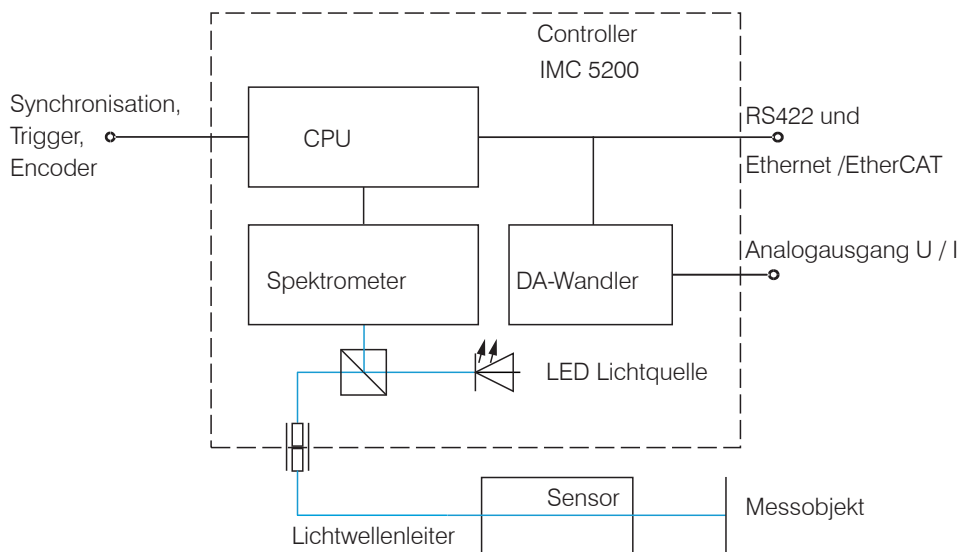


Abb. 2.1: Blockschaftbild IMS5200

### 2.2 Messprinzip

Polychromatisches Licht (Weißlicht) wird durch eine LED erzeugt. Das Licht wird in eine optische Faser eingekoppelt. Das Licht strahlt das Messobjekt an. Das vom Messobjekt reflektierte Licht an der Ober- und Unterseite einer Schicht wird durch den Sensor empfangen und in den Controller geleitet.

Das interferometrische Messprinzip (Überlagerung von Wellen) wird eingesetzt. Durch Verstärkung und Auslöschung können Dicken detektiert werden.

Mit einem Sensor zur Dickenmessung ist keine Abstandsmessung möglich.

i	Sensor und Controller bilden eine Einheit, da die Linearisierungstabelle des Sensors im Controller gespeichert ist.
---	---

Dieses einzigartige Messprinzip erlaubt es, Messobjekte hochpräzise zu messen. Für eine Dickenmessung muss das Messobjekt transparent sein. Da Sender und Empfänger in einer Achse angeordnet sind, werden Abschattungen vermieden.

### 2.3 Begriffsdefinition

Arbeitsabstand	Optimaler Abstand zwischen Sensor und Messobjekt
Arbeitsbereich	Bereich, in dem sich das Messobjekt bewegen kann. Messobjekt befindet sich voll umfänglich in diesem Bereich für eine Dickenmessung
MB	Messbereich Dicke; die maximale Dicke ist kleiner als der Arbeitsbereich und ist vom Brechungsindex/Dotierung des Messobjektmaterials abhängig

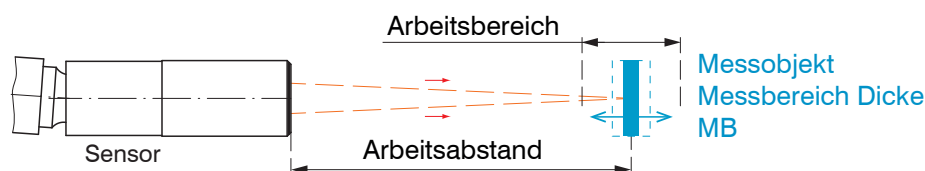


Abb. 2.2: Dickensensor IMP-VIS-TH mit Arbeitsabstand und Arbeitsbereich

## 2.4 Betriebsart

Das Messsystem interfeROMETER ermöglicht hochgenaue Dickenmessungen von transparenten Schichtmaterialien. Das Ergebnis der Messung ist ein Dickenwert.

Arbeitsbereich	$\pm 2\text{mm}$
Messbereich Dicke	$1\text{ }\mu\text{m} \dots 100\text{ }\mu\text{m}^{[1]}$
Messbereich Luftspalt	$1,5\text{ }\mu\text{m} \dots 150\text{ }\mu\text{m}$
Arbeitsbereichabstand	$26\text{mm}$

Tab. 2.1: Messbereiche für Dickenmessungen

Die mögliche Auflösung liegt dabei im Nanometerbereich.

Für einen Schnelleinstieg empfiehlt sich die Verwendung von gespeicherten Konfigurationen (Presets) für verschiedene Messobjektoberflächen und Anwendungen, [siehe Kap. 5.6](#).

## 2.5 Sensorik

Der Controller kann mit bis zu 20 unterschiedlichen Linearisierungstabellen betrieben werden.

Die dazu erforderlichen Linearisierungstabellen können im Controller hinterlegt werden.

## 2.6 Technische Daten IMS5200

Modell		IMS5200-TH26	IMS5200MP-TH26
Arbeitsabstand		26 mm ±2 mm	
Messbereich	Dicke	1 µm ... 100 µm <sup>[1]</sup>	
Auflösung <sup>[2]</sup>		< 1 nm	
Messrate		stufenlos einstellbar von 100 Hz bis 24 kHz	
Linearität <sup>[3]</sup>		< ±100 nm	
Temperaturstabilität	Sensor	Linearität gültig für den gesamten Temperaturbereich	
Mehrschichtmessung		1 Schicht	5 Schichten
Lichtquelle		interne weiße LED <sup>[4]</sup>	
Lichtpunktdurchmesser <sup>[5]</sup>		55 µm	
Messwinkel <sup>[6]</sup>		±4°	
Versorgungsspannung		24 VDC ±15 %	
Leistungsaufnahme		ca. 10 W (24 V)	
Signaleingang		Sync in, Trigger in, 2 x Encoder (A+, A-, B+, B-, Index), 3 x Encoder (A+, A-, B+, B-)	

[1] Alle Daten ausgehend von konstanter Raumtemperatur ( $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Messbereich bei  $n=1,5$ ; Bei Luftspaltmessung zwischen zwei Glasplatten ( $n \sim 1$ ) beträgt der Messbereich  $1,5\text{ }\mu\text{m} \dots 150\text{ }\mu\text{m}$ . Das Messobjekt muss sich innerhalb des Arbeitsabstandes befinden.

[2] Messrate  $0,5\text{ kHz}$ , gleitende Mittelung über 64 Werte, gemessen an einem ca.  $30\text{ }\mu\text{m}$  dicken Glas (SCHOTT D263)

[3] Maximale Dickenabweichung bei Durchlaufen des Messbereichs bei der Messung an einem ca.  $30\text{ }\mu\text{m}$  dicken Glas (SCHOTT D263,  $n = 1,5$ ).

[4] Wellenlängenband zwischen  $480$  bis  $760\text{ nm}$

[5] In Messbereichsmitte

[6] Maximale Verkipfung des Sensors, bis zu der auf einem polierten Glas ( $30\text{ }\mu\text{m}$  SCHOTT D263) in der Mitte des Arbeitsbereiches ein verwertbares Signal erzielt werden kann, wobei die Genauigkeit zu den Grenzwerten abnimmt.

Modell		IMS5200-TH26	IMS5200MP-TH26
Digitale Schnittstelle		Ethernet / EtherCAT / RS422 / PROFINET <sup>[7]</sup> / EtherNet/IP <sup>[7]</sup>	
Analogausgang		4 ... 20 mA / 0 ... 10 V (16 bit D/A Wandler)	
Schaltausgang		Fehler1-Out, Fehler2-Out	
Digitalausgang		Sync out	
Anschluss	optisch	Steckbarer Lichtwellenleiter über E2000-Buchse (Controller); verfügbare Kabel und Kabellängen siehe Zubehör	
	elektrisch	3-polige Versorgungsklemmleiste; Encoderanschluss (15-polig, HD-Sub-Buchse, max. Kabellänge 3 m, 30 m bei externer Encoderversorgung); RS422-Anschlussbuchse (9-polig, Sub-D, max. Kabellänge 30 m); 3-polige Ausgangsklemmleiste (max. Kabellänge 30 m); 11-polige I/O Klemmleiste (max. Kabellänge 30 m); RJ45-Buchse für Ethernet (out) / EtherCAT (in/out) (max. Kabellänge 100 m)	
Montage	Sensor	Radialklemmung; Montageadapter (siehe Zubehör)	
	Controller	frei stehend, Hutschienenmontage	
Temperaturbereich	Lagerung	-20 ... +70 °C	
	Betrieb	+10 ... +50 °C	
Schock (DIN EN 60068-2-27)		15 g / 6 ms in XY-Achse, je 1000 Schocks	
Vibration (DIN EN 60068-2-6)		2 g / 20 ... 500 Hz in XY-Achse, je 10 Zyklen	
Schutzart (DIN EN 60529)	Sensor	IP65 (frontseitig; Option /VAC IP40)	
	Controller	IP40	
Material	Sensor	Edelstahl	
	Controller	Aluminiumgehäuse, passiv gekühlt	
Bedien- und Anzeigeelemente		Multifunktionstaste: Zwei einstellbare Funktionen sowie Reset auf Werkseinstellung nach 10 s; Webinterface für Setup: auswählbare Presets, frei wählbare Mittelungen, Datenreduktion, Setupverwaltung; 4 x Farb-LED für Intensity, Range, Status und Power	

[7] Optionale Anbindung über Schnittstellenmodul (siehe Zubehör)

## 3 Lieferung

### 3.1 Lieferumfang

1 Controller	IMC5200
1 Sensor	IMP-VIS-THxx
1 Zubehör IMS5x00	(u.a. Klemmleisten, Ethernetkabel)
1 Kalibrierprotokoll Ausgang	
1 Benutzerhandbuch	

- ▶ 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 bei Schäden oder Unvollständigkeit sofort an den Hersteller oder Lieferanten.

#### Rücknahme von Verpackungen

Die Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG bietet Kunden die Möglichkeit, Verpackung von Produkten, die sie bei Micro-Epsilon erworben haben, nach vorheriger Abstimmung zurückzugeben, damit diese der Wiederverwendung oder einer Verwertung (Recycling) zugeführt werden kann.

Um die Rückgabe von Verpackung zu veranlassen, bei Fragen zu den Kosten und / oder dem genauen Ablauf der Rücknahme, wenden sie sich bitte direkt an

[info@micro-epsilon.de](mailto:info@micro-epsilon.de)

### 3.2 Lagerung

Temperaturbereich Lagerung:	-20 ... +70 °C (-4 ... +158 °F)
Luftfeuchtigkeit:	5 ... 95 % (nicht kondensierend)

## 4 Montage

### 4.1 IMC5200 Controller

Der IMC5200 Controller kann auf eine ebene Unterlage gestellt oder mit einer Tragschiene (Hutschiene TS35) nach DIN EN 60715 (DIN-Rail) z. B. in einem Schaltschrank befestigt werden.

Bei der Montage auf einer Hutschiene wird eine elektrische Verbindung (Potentialausgleich) zwischen dem Controllergehäuse und der Tragschiene im Schaltschrank hergestellt.

- Zum Lösen ist der Controller nach oben zu schieben und nach vorn abziehen.

- i Bringen Sie den Controller so an, dass die Anschlüsse sowie Bedien- und Anzeigeelemente nicht verdeckt werden.

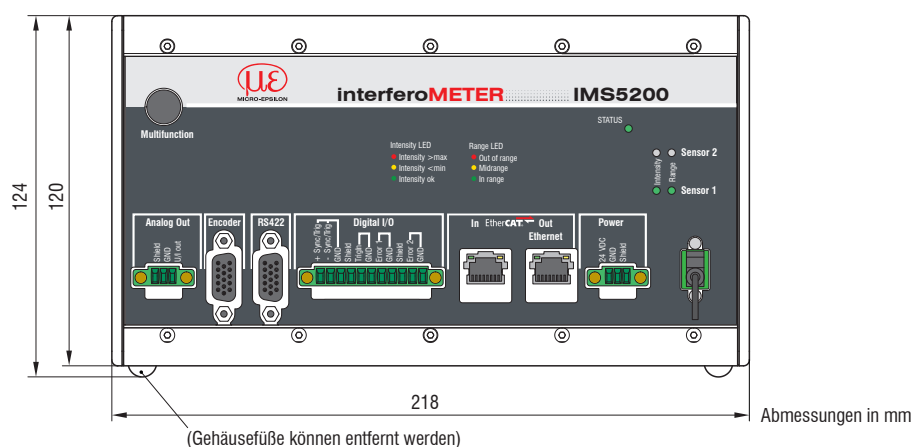


Abb. 4.1: Maßzeichnung Frontansicht des IMC5200 Controllers

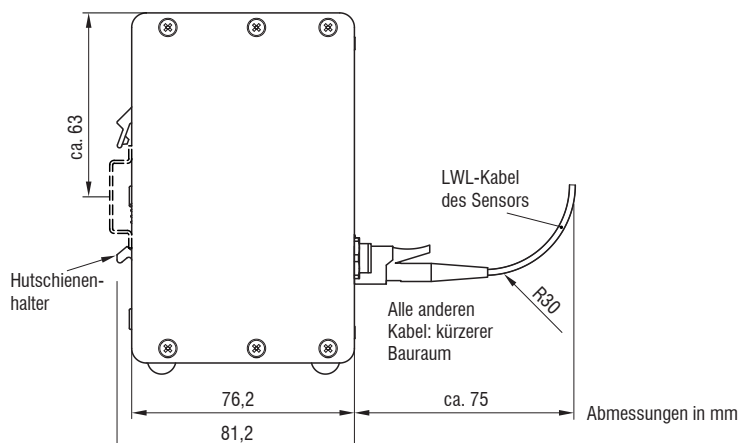


Abb. 4.2: Maßzeichnung Seitenansicht des IMC5200 Controllers

### 4.2 Bedienelemente IMC5200

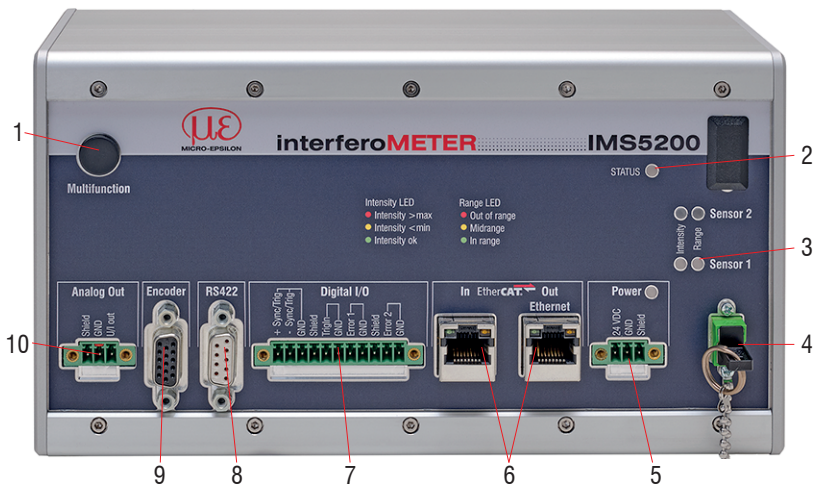


Abb. 4.3: Frontansicht Controller IMC5200

1	Taste Multifunction (Lichtquelle) <sup>[8]</sup>	6	Ethernet/EtherCAT
2	Status-LED	7	Digital I/O
3	LEDs Intensity, Range	8	Anschluss RS422
4	Sensoranschluss Kanal 1 (Lichtleiter)	9	Anschluss Encoder
5	Anschluss Versorgungsspannung, LED Power On	10	Analogausgang (U / I)

### 4.3 LEDs Controller IMC5200

Power on	Grün	Betriebsspannung verfügbar
Status	aus	kein Fehler
	Ist die EtherCAT- Schnittstelle aktiv, dann Bedeutung der LED nach den EtherCAT-Richtlinien.	
Intensity	Rot	Signal in Sättigung
	Gelb	Signal zu gering
	Grün	Signal in Ordnung
Range	Rot	Kein Messobjekt vorhanden, außerhalb des Arbeitsbereiches. Die erwartete Anzahl an Peaks wurde nicht gefunden oder eine Dickenzuweisung war nicht möglich.
	Gelb	Messobjekt in der Nähe vom Arbeitsabstand
	Grün	Messobjekt im Arbeitsbereich Die erwartete Anzahl an Peaks wurde gefunden. Für jeden Peak konnte eine gültige Dicke gefunden werden.

Tab. 4.1: Bedeutung Controller LEDs Status, Intensity und Range

Bei einem Synchronisationsfehler blinken die LEDs Intensity und Range mit ihrer aktuellen Farbe.

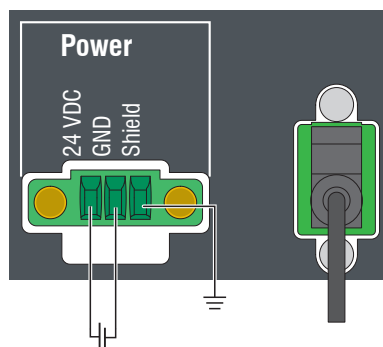
[8] Setzen auf Werkseinstellung: Drücken Sie die Taste Multifunction länger als 10 s.





#### 4.4.4 Versorgungsspannung (Power)

Nennwert: 24 V DC ( $\pm 15\%$ , P ca. 10 W bei 24 V).



20,4 ... 27,6 VDC

Abb. 4.5: Versorgungsanschlüsse und LED am Controller IMC5x00

- 3-pol. steckbare Schraubklemme (24 VDC, GND, Shield),
- 24 VDC  $\pm 15\%$ ,  $I_{\max} < 1\text{ A}$
- nicht galvanisch getrennt, GND ist mit GND von Schaltausgängen, Synchronisation und Encodereingang galvanisch verbunden.

- Verwenden Sie ein geschirmtes Kabel. Kabellänge kleiner 30 m.

Spannungsversorgung nur für Messgeräte, nicht gleichzeitig für Antriebe oder ähnliche Impulsstörquellen verwenden. Micro-Epsilon empfiehlt die Verwendung des optional erhältlichen Netzteils PS2020 für den Controller.

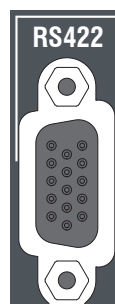
Nach Einschalten der Versorgungsspannung leuchtet die LED **Power**.

#### 4.4.5 RS422

- Differenzsignale nach EIA-422, galvanisch von Versorgungsspannung getrennt.
- Receiver Rx mit internem Abschlusswiderstand 120 Ohm.
- Schließen Sie den Transmittereingang (TX) am Auswertegerät (Receiver) mit 90 ... 120 Ohm ab.
- Verwenden Sie ein geschirmtes Kabel. Kabellänge kleiner 30 m.
- Verbinden Sie die Masseanschlüsse.

i Die Anschlussbelegung der 9-pol. D-Sub-Buchse ist nicht genormt.

Pin	Farbe SC2471-x/RS422/OE	Name	Signal
3	Grün	RX -	Empfänger -
2	Braun	RX +	Empfänger +
5	Gelb	GND422	RS422 Masse
9	Grau	TX +	Sender +
1	Weiß	TX -	Sender -
Gehäuse	Schirm		Kabelschirm



Tab. 4.2: Anschlussbelegung 9-pol. D-Sub-Buchse (RS422)

#### 4.4.6 Ethernet, EtherCAT

Potentialgetrennte Standardbuchse RJ45 zur Verbindung des IMC5x00 Controllers

- mit einem Ethernet-Netzwerk (PC) oder
- mit dem Bussystem EtherCAT (IN-Port).
- Verbinden Sie Controller und Netzwerk mit einem geschirmten Ethernetkabel (Cat5E, Patchkabel 2 m aus Lieferumfang, Gesamtkabellänge kleiner 100 m).

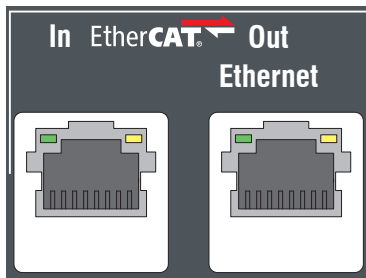


Abb. 4.6: Buchsen RJ45 für Ethernet, EtherCAT

Die beiden LEDs in den jeweiligen Steckverbindern zeigen die erfolgreiche Verbindung und deren Aktivität an.

Die Konfiguration des Controllers kann über folgende Wege erfolgen:

- Webinterface, [siehe Kap. 5](#), [siehe Kap. 6](#)
- ASCII-Befehle, [siehe Kap. 15](#)
- EtherCAT, [siehe Kap. 16](#)

#### 4.4.7 Analogausgang

Der Analogausgang kann über die 3-pol. Schraubklemme genutzt werden und ist mit der Versorgungsspannung galvanisch verbunden. Für die Ausgabe kann Strom oder Spannung gewählt werden, [siehe Kap. 6.5.4](#).

**Spannung:** Pin U/Iout und Pin GND,

$R_L$  ca. 50 Ohm,  $R_L > 10$  MOhm

Slew rate (ohne  $C_L$ ,  $R_L \geq 1$  kOhm) typ. 0,5 V/ $\mu$ s

Slew rate (mit  $C_L = 10$  nF,  $R_L \geq 1$  kOhm) typ. 0,4 V/ $\mu$ s

**Strom:** Pin U/Iout und Pin GND

$R_L \leq 500$  Ohm

Slew rate (ohne  $C_L$ ,  $R_L = 500$  Ohm) typ. 1,6 mA/ $\mu$ s

Slew rate (mit  $C_L = 10$  nF,  $R_L = 500$  Ohm) typ. 0,6 mA/ $\mu$ s

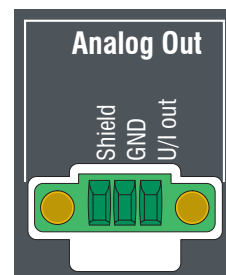


Abb. 4.7: Analogausgänge am Controller

- Verwenden Sie ein geschirmtes Kabel. Kabellänge kleiner 30 m.

Pin 3 (Shield) ist mit dem Gehäuse verbunden.

Der Ausgabebereich kann alternativ auf die folgenden Werte gesetzt werden:

Spannung: 0 ... 5 V; 0 ... 10 V;

Strom: 4 ... 20 mA.

i	Die Steckbuchse ist mechanisch kodiert (roter Einschub), um sie nicht mit der Versorgungsspannung zu verwechseln.
---	---

#### 4.4.8 Schaltausgänge (Digital I/O)

Die beiden Schaltausgänge `Error 1/2` auf der 11-poligen steckbaren Schraubklemme sind galvanisch mit der Versorgungsspannung verbunden.

Das Schaltverhalten (NPN, PNP, Push-Pull) ist programmierbar,  $I_{\max}$  100 mA.

Die Hilfsspannung für einen Schaltausgang mit NPN-Schaltverhalten darf maximal 30 V betragen.

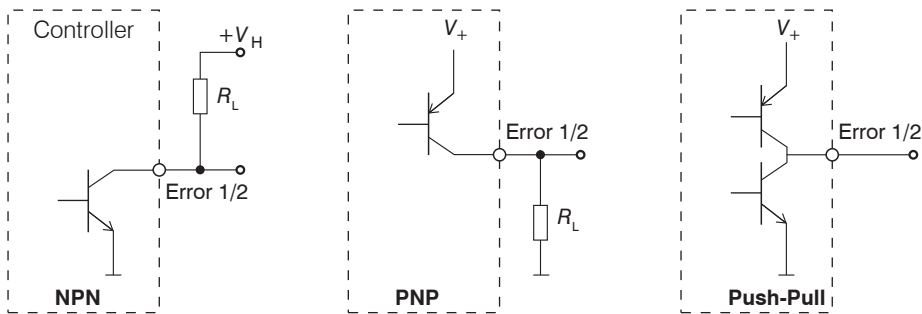


Abb. 4.8: Ausgangsverhalten und Beschaltung der TTL-Schaltausgänge Error 1/2

Schaltausgang 1: Pin Error 1 und GND

Schaltausgang 2: Pin Error 2 und GND

Kabelschirm: Pin Shield ist mit dem Gehäuse verbunden.

Schließen Sie den Kabelschirm an.

Alle GND sind untereinander und mit der Versorgungsmasse verbunden.

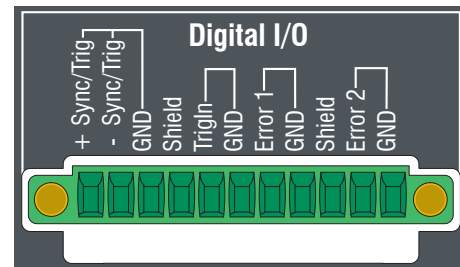


Abb. 4.9: Digital I/O am Controller

- Verwenden Sie ein geschirmtes Kabel. Kabellänge kleiner 30 m.

Ausgangspegel (ohne Lastwiderstand) bei einer Versorgungsspannung von 24 VDC	Low < 1 V; High > 23 V
Sättigungsspannung bei $I_{\max} = 100 \text{ mA}$	Low < 2,5 V (Ausgang - GND)
	High < 2,5 V (Ausgang - $V_+$ )

Die Sättigungsspannung wird

- zwischen Ausgang und GND, bei Ausgang = Low, oder
- zwischen Ausgang und  $V_+$ , bei Ausgang = High, gemessen.

Bezeichnung	Ausgang aktiv (Fehler)	Ausgang passiv (kein Fehler)
NPN (Low side)	GND	$V_+$
PNP (High side)	$V_+$	GND
Push-Pull	$V_+$	GND
Push-Pull, negativ	GND	$V_+$

Tab. 4.3: Schaltverhalten der Schaltausgänge

- i Der Lastwiderstand  $R_L$  kann entsprechend den Grenzwerten ( $I_{\max} = 100 \text{ mA}$ ,  $V_{H\max} = 28 \text{ V}$ ) dimensioniert werden.  
Bei Anschluss induktiver Lasten, z. B. ein Relais, darf die parallele Schutzdiode nicht fehlen.

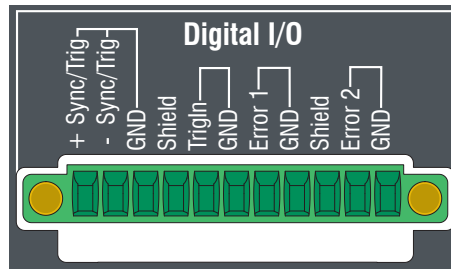
#### 4.4.9 Synchronisation (Ein-/Ausgänge)

Belegung der 11-pol. steckbaren Schraubklemme, siehe Abbildung.

- Die Pins +Sync/Trig und -Sync/Trig: Symmetrischer Aus-/Eingang Synchronisation oder Eingang Triggerung, Funktion und Richtung (E/A) sind programmierbar.
- Der Abschlusswiderstand  $R_T$  (120 Ohm) kann zu- oder abgeschaltet werden, [siehe Kap. 6.1.4](#).

Alle GND sind untereinander und mit der Betriebsspannungsmasse verbunden.

Signal	Pegel
Sync/Trig	RS422 (EIA422)
Funktion und Richtung sind programmierbar	



Tab. 4.4: Signalpegel Synchronisation, Triggerung

- Aktivieren Sie im letzten Sensor (Slave n) in der Kette den Terminierungswiderstand (120 Ohm).

#### Sternsynchronisierung

- Verbinden Sie die Pins *Sync+* und *Sync-* von Controller 1 (Master) sternförmig mit den Pins *Sync+* und *Sync-* von Controller 2 (Slave) bis Sensor n, um zwei oder mehrere Sensoren miteinander zu synchronisieren.
- Teilleitungslänge kleiner 30 m bei Sternsynchronisierung

- Verwenden Sie geschirmte Kabel mit verdrehten Adern.
- Schließen Sie den Kabelschirm am Gehäuse an.
- Programmieren Sie den Sensor 1 auf *Master* und alle anderen Sensoren auf *Slave*, siehe Kap. 6.1.1.



Abb. 4.10: Synchronisierung mehrerer Controller, sternförmig

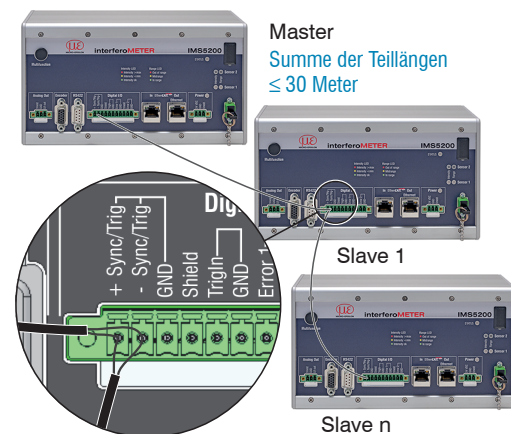


Abb. 4.11: Synchronisierung mehrerer Controller, verkettet

- Verbinden Sie alle GND-Anschlüsse der Versorgung untereinander, falls die Sensoren nicht von einer gemeinsamen Spannungsversorgung gespeist werden.

i Werden die Controller über EtherCAT betrieben, erfolgt darüber die Synchronisierung.

#### 4.4.10 Triggerung

Die 11-pol. steckbare Schraubklemme *Digital I/O*, stellt zwei Triggereingänge zur Verfügung.

### Eingang Sync/Trig

Der Anschluss Sync/Trig kann auch als symmetrischer Triggereingang benutzt werden.

Die Anschlüsse Sync/Trig der Controller sind auf die Funktion Triggereingang zu konfigurieren.

Die Triggerquelle muss ein symmetrisches Ausgangssignal gemäß der RS422-Norm liefern.

Für unsymmetrische Triggerquellen wird empfohlen den Pegelwandler SU4 (3 Kanäle TTL/HTL auf RS422) zwischen Triggerquelle und Controller zu schalten.

Encoder sind zur Triggerung nicht geeignet.

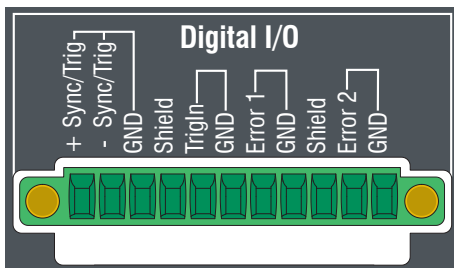
### Eingang TrigIn

Der Schalteingang TrigIn ist mit einem internen Pull-up-Widerstand von 15 kOhm ausgestattet, ein offener Eingang wird als High erkannt.

Als Triggerquelle können Schaltkontakte, Transistoren (NPN, N-Kanal FET) oder SPS-Ausgänge dienen.

### Elektrische Eigenschaften

- Programmierbare Logik (TTL/HTL),
- TTL: Low-Pegel  $\leq 0,8$  V; High-Pegel  $\geq 2$  V
- HTL: Low-Pegel  $\leq 3$  V; High-Pegel  $\geq 8$  V (max. 30 V),
- Minimale Impulsbreite 50  $\mu$ s



#### 4.4.11 Encodereingänge

An der 15-poligen HD-Sub-Buchse können zwei Encoder<sup>[9]</sup> gleichzeitig angeschlossen und über 5 V versorgt werden.

Jeder Encoder liefert die Signale A, B und N (Nullimpuls, Referenz, Index). Die maximale Pulsfrequenz beträgt 1 MHz.

RS422-Pegel (symmetrisch) für A, B, N

Encoderversorgung 5 V: jeweils 5 V, max. 300 mA

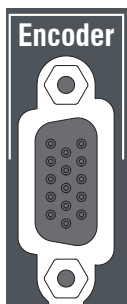


Abb. 4.12: 15-polige HD-Buchse

[9] Wenn die Encoder ohne die Referenzspuren (N) betrieben werden, können die Referenzspuren (N) als dritter Encoder genutzt werden.

Encoder	Pin	Signal	Encoder	Pin	Signal
1	1	GND ENC1	2	11	GND ENC2
	5	A1+		3	A2+
	4	A1-		2	A2-
	10	N1+/A3+ <sup>[9]</sup>		8	N2+/B3+ <sup>[9]</sup>
	9	N1-/A3- <sup>[9]</sup>		7	N2-/B3- <sup>[9]</sup>
	15	B1+		13	B2+
	14	B1-		12	B2-
	6	ENC U <sub>p</sub> +5V		6	ENC U <sub>p</sub> +5V
Steckergehäuse		Controllergehäuse		Kabelschirm	

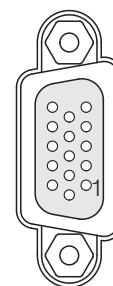


Abb. 4.13: Ansicht Lötseite Kabelstecker

Tab. 4.5: Anschlussbelegung Encodeeingänge

- Verwenden Sie ein geschirmtes Kabel. Kabellänge kleiner 3 m. Schließen Sie den Kabelschirm am Gehäuse an.

#### Anschlussbedingungen

- Die Encoder müssen symmetrische RS422-Signale liefern.
- Falls keine RS422-Ausgänge am Encoder vorhanden sein sollten, empfiehlt Micro-Epsilon den Pegelwandler SU4 (3 Kanäle TTL/HTL auf RS422) zwischen Triggersignalquelle und Controller zu schalten.
- Zur Versorgung der beiden Encoder kann vorteilhaft die Spannung ENC U<sub>p</sub> +5V aus dem Controller benutzt und mit maximal 300 mA belastet werden. Falls Sie die Spannungsversorgung verwenden, darf die Kabellänge zum Encoder maximal 3 Meter betragen.

Die Eingänge sind nicht galvanisch von der Versorgungsspannung getrennt.

## 4.5 Sensorkabel

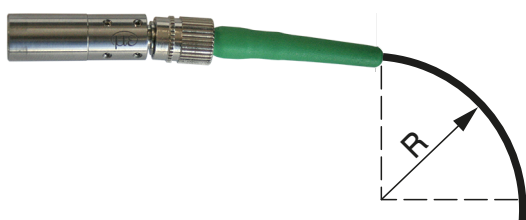
Der Sensor wird mit einem Lichtwellenleiterkabel an den Controller angeschlossen.

- Kürzen oder verlängern Sie den Lichtwellenleiter nicht.
- Ziehen oder tragen Sie den Sensor nicht am Lichtwellenleiter.
- Die optische Glasfaser hat einen Durchmesser von 50 µm.

Verschmutzungen des Steckverbinders sollten vermieden werden, da es sonst zu Partikelablagerungen und starkem Lichtverlust kommen kann. Verwenden Sie zum Reinigen der optischen Steckverbinder einen One-Click™ Cleaner.

- i Vermeiden Sie grundsätzlich:
- jegliche Verschmutzung des Steckers, z. B. Staub oder Fingerabdrücke,
  - unnötige Steckvorgänge,
  - jegliche mechanische Belastung des Lichtwellenleiters (Knicken, Quetschen, Ziehen, Verdrillen, Knoten o. ä.),
  - starke Krümmung des Lichtwellenleiters, da die Glasfaser dabei geschädigt wird und dies zu einem bleibenden Schaden führt.

Unterschreiten Sie niemals den zulässigen Biegeradius.



C2401-x / C2400/PT-x / C2401/PT3-x

Festverlegt:

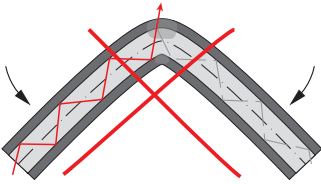
R = 30 mm oder mehr

Flexibel:

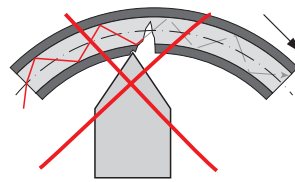
R = 40 mm oder mehr

[9] Wenn die Encoder ohne die Referenzspuren (N) betrieben werden, können die Referenzspuren (N) als dritter Encoder genutzt werden.

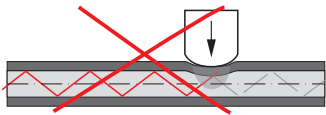
Knicken Sie nicht das Sensorkabel.



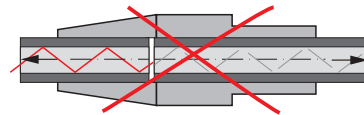
Ziehen Sie das Sensorkabel nicht über scharfe Kanten.



Quetschen Sie nicht das Sensorkabel, befestigen Sie es nicht mit Kabelbindern.



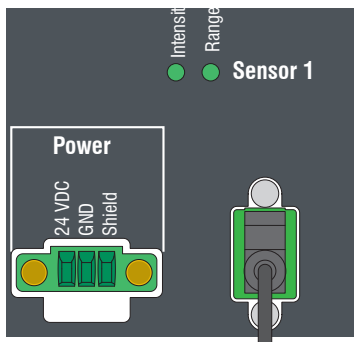
Ziehen Sie nicht am Sensorkabel.



Der Lichtwellenleiter ist gesteckt. Es sind optionale Längen bis 50 m, schleppketten-/robotertaugliche Lichtwellenleiter oder Lichtwellenleiter mit Metallschutzschlauch verfügbar.

Anschluss des Lichtwellenleiters an den IMC5200 Controller

- ▶ Entfernen Sie den Blindstecker der grünen LWL-Buchse am Controller.
- ▶ Stecken Sie das Sensorkabel (grüner Stecker, E2000/APC) in die Buchse und achten Sie dabei auf die richtige Ausrichtung des Steckers.
- ▶ Stecken Sie den Stecker so tief ein, bis er sich verriegelt.



Lichtwellenleiter vom Controller entfernen

- ▶ Drücken Sie den Entriegelungshebel am Sensorstecker nach unten und ziehen Sie den Sensorstecker aus der Buchse heraus.
- ▶ Stecken Sie den Blindstecker wieder ein.

i Verschießen sie die optischen Ein-/Ausgänge mit einem Blindstecker, wenn kein Lichtwellenleiter angeschlossen ist.

## 4.6 Sensorik

### 4.6.1 Abmessungen Sensor

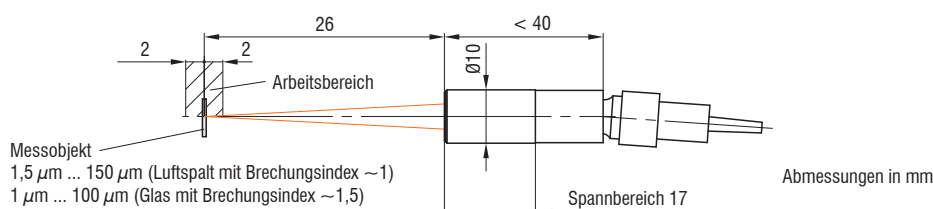
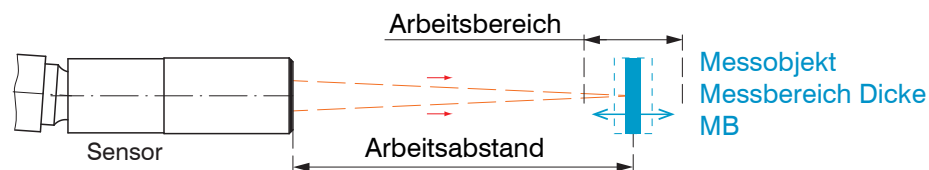


Abb. 4.14: IMP-TH26 Dickensensor



#### 4.6.2 Messbereichsanfang

Für jeden Sensor muss ein Arbeitsabstand eingehalten werden.



Der Arbeitsbereich ist symmetrisch zum Arbeitsabstand angeordnet.

Den exakten Wert für den Arbeitsabstand finden Sie im Abnahmeprotokoll.

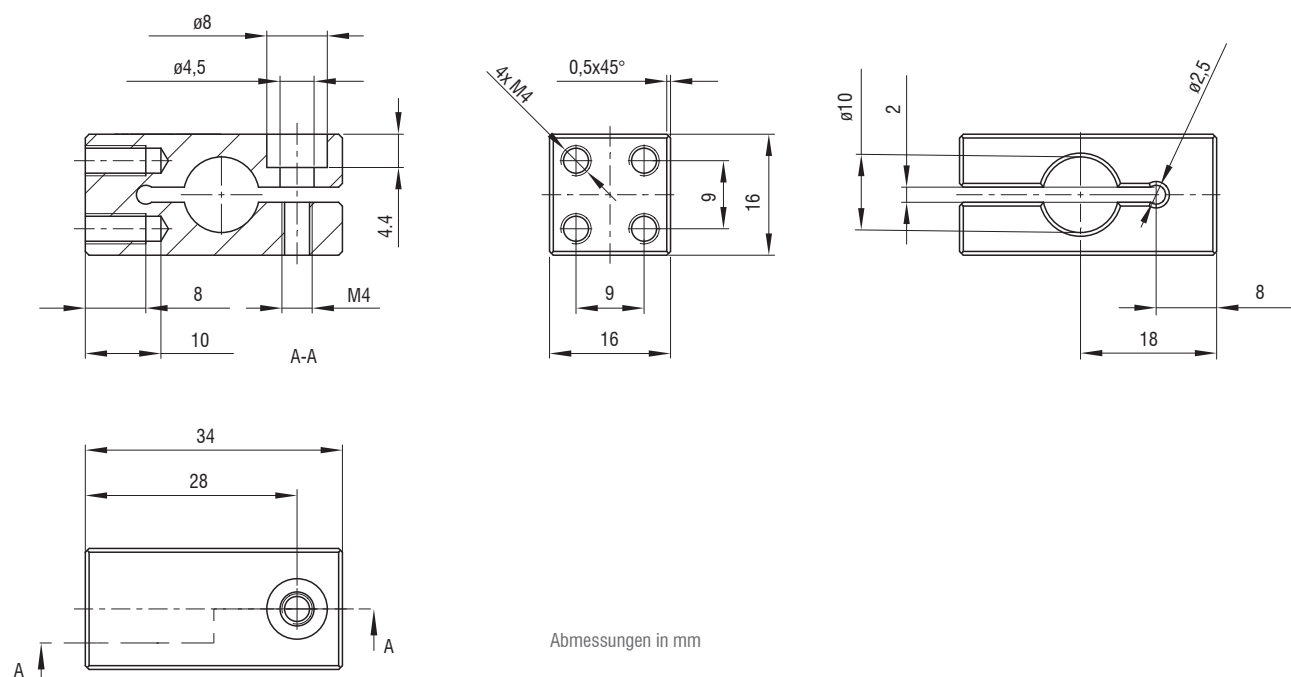
### 4.6.3 Befestigung, Montageadapter

Die Sensoren der Serie IMP nutzen ein optisches Messprinzip, mit dem im nm-Bereich gemessen werden kann.

Achten Sie bei Montage und Betrieb auf sorgsame Behandlung.

Die Sensoren sind mit einer Umfangsklemmung zu befestigen. 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.

- Verwenden Sie einen Montageadapter MA5400-10, um die IMP-TH26 Sensoren zu montieren.



*Abb. 4.15: MA5400-10 Montageadapter*

## 5 Betrieb

### 5.1 Inbetriebnahme

- ▶ Verbinden Sie den Controller mit einer Spannungsversorgung, [siehe Kap. 4](#).
- ▶ Verbinden Sie Sensor und Controller mit dem Lichtwellenleiter, [siehe Kap. 4.5](#).

Mit Einschalten der Spannungsversorgung erfolgt die Initialisierung, ca. 10 s später ist das Messsystem betriebsbereit. Lassen Sie das Messsystem für genaue Messungen etwa 60 min warmlaufen. Dies kann über die im Controller integrierte Webseite, über ASCII-Befehle, [siehe Kap. 15](#), oder über EtherCat, [siehe Kap. 16](#), konfiguriert werden.

### 5.2 Bedienung mittels Ethernet

#### 5.2.1 Voraussetzungen

Der Controller stellt Webseiten zur Konfiguration bereit. Die Bedienung ist nur so lange möglich, wie eine Ethernet- Verbindung zum Controller besteht.

Um eine einfache Erstinbetriebnahme des Controllers zu unterstützen, ist dieser auf eine statische IP-Adresse 169.254.168.150 ab Werk eingestellt. Benutzen Sie diese Adresse für eine direkte Verbindung mit einem Browser. 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. Die MAC-Adresse des Messgerätes finden Sie auf dem Typenschild des Controllers und auf dem Abnahmeprotokoll.

- |   |   |
|---|---|
| i | Sie benötigen einen HTML5-fähigen Webbrowser. Dies ist ab den folgenden Browserversionen gegeben:<br>Google Chrome 25.0   Internet Explorer 11.0   Mozilla Firefox 19.0 |
|---|---|

Direktverbindung mit PC, Controller mit statischer IP (Werkseinstellung)		Netzwerk
<b>PC mit statischer IP</b>	<b>PC mit DHCP</b>	<b>Controller mit dynamischer IP, PC mit DHCP</b>
Verbinden Sie den Controller mit einem PC durch eine Ethernet-Direktverbindung (LAN). Verwenden Sie dazu ein LAN-Kabel mit RJ45-Steckern.		Verbinden Sie den Controller mit einem Switch durch eine Ethernet-Direktverbindung (LAN). Verwenden Sie dazu ein LAN-Kabel mit RJ45-Steckern. Tragen Sie den Controller im DHCP ein / melden den Controller Ihrer IT-Abteilung.
	Warten Sie, bis Windows eine Netzwerkverbindung etabliert hat (Verbindung mit eingeschränkter Konnektivität).	Der Controller bekommt von Ihrem DHCP-Server eine IP-Adresse zugewiesen. Diese IP-Adresse können Sie mit dem Programm sensorTOOL.exe. abfragen.
<p>Starten Sie das Programm <code>sensorTOOL.exe</code>. Dieses Programm finden Sie online unter <a href="https://www.micro-epsilon.de/download/software/sensorTOOL.exe">https://www.micro-epsilon.de/download/software/sensorTOOL.exe</a>.</p>  <p>Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Sensor</code>. Wählen Sie nun den gewünschten Controller aus der Liste aus.</p> <p>Für das Ändern der Adresseinstellungen klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Configure Sensor IP</code>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adresstyp: Statische IP-Adresse</li> <li>• IP address: 169.254.168.150<sup>[10]</sup></li> <li>• Subnetzmaske: 255.255.0.0</li> </ul>  <p>Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Öffne Webseite</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 „IMC5x00_ SN&lt;Seriennummer&gt;“ möglich.</p> <p>Starten Sie einen Webbrowser. Um einen IMC5x00 mit der Seriennummer "01234567" zu erreichen, tippen Sie in die Adresszeile des Webbrowsers „IMC5x00_ SN01234567“ ein.</p>

Tab. 5.1: Möglichkeiten zur Anbindung an ein LAN

[10] Setzt voraus, dass die LAN- Verbindung am PC z.B. folgende IP- Adresse benutzt: 169.254.168.1.

## 5.2.2 Zugriff über Webinterface

Im Webbrowser erscheinen nun interaktive Webseiten zur Konfiguration des Controllers. Der Controller ist aktiv und liefert Messwerte.

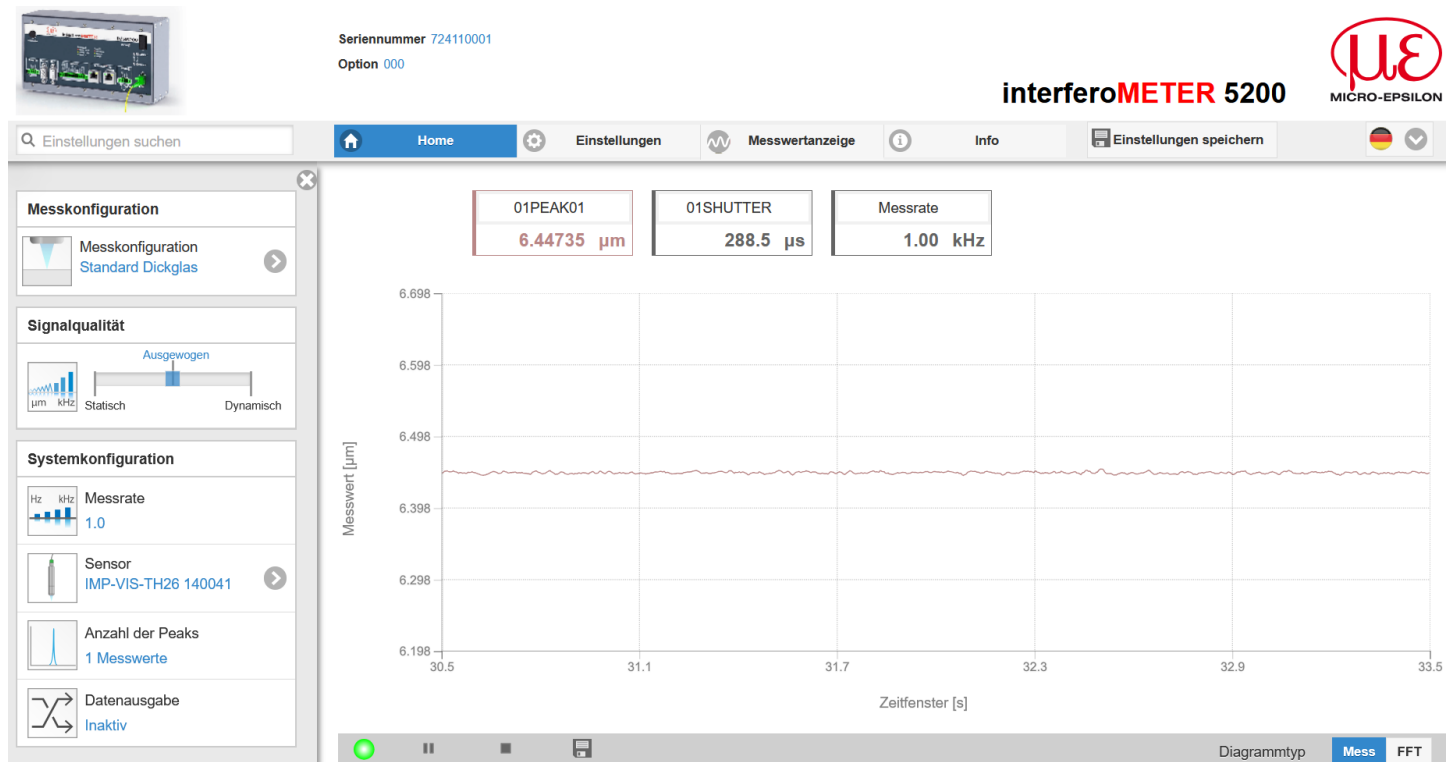


Abb. 5.1: Erste interaktive Webseite nach Aufruf der IP-Adresse

Die horizontale Navigation enthält folgende Funktionen:

- Die Suchfunktion ermöglicht einen zeitsparenden Zugriff auf Funktionen und Parameter.
- Home. Das Webinterface startet automatisch in dieser Ansicht mit Messchart, Konfiguration und Signalqualität.
- Einstellungen. Dieses Menü enthält alle Sensorparameter, siehe Kap. 6.
- Messwertanzeige. Messwertanzeige mit digitalem Display oder Einblendung des Videosignals.
- Info. Enthält Informationen zum Sensor, u. a. Messbereich, Seriennummer und Softwarestand.
- Sprachauswahl Webinterface

Alle Einstellungen werden direkt übernommen und an den Controller übertragen.

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

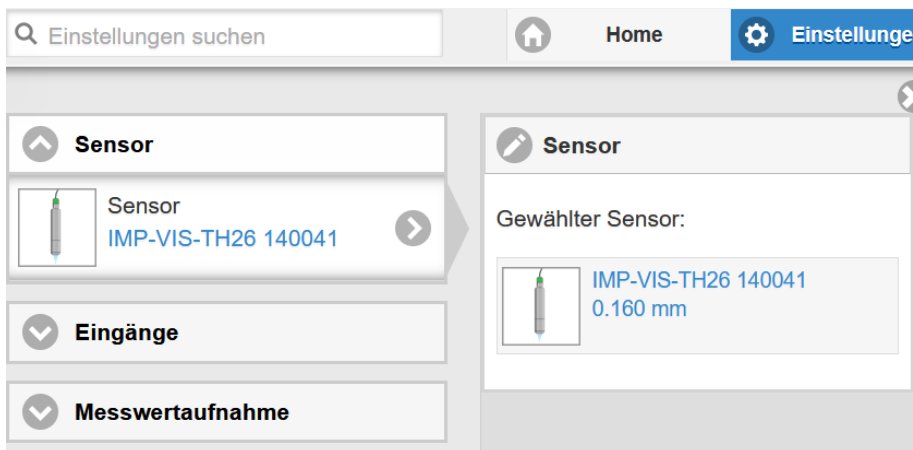
Das Aussehen der Webseiten kann sich abhängig von den Funktionen ändern. Dynamische Hilfetexte mit Auszügen aus der Betriebsanleitung unterstützen Sie bei der Konfiguration des Sensors.

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

## 5.3 Sensor auswählen

Controller und Sensor(en) sind ab Werk aufeinander abgestimmt.

- Gehen Sie in das Menü `Einstellungen > Sensor`.
- Wählen Sie einen Sensor aus der Liste aus.



Im Controller können die Kalibrierdaten von bis zu 20 verschiedenen Sensoren hinterlegt werden. Die Kalibrierung ist nur im Werk möglich.

#### 5.4 Taste Multifunction

Die Taste **Multifunction** am Controller ist mehrfach belegt. Damit lässt sich z. B. die Lichtquelle bedienen.

Ab Werk ist die Taste mit der Funktion **LED an/aus** belegt. Ein Wechsel der Belegung ist im Menü **Einstellungen > Eingänge** möglich. Für einen Belegungswechsel ist die Zugriffsberechtigung **Experte** erforderlich.

Tastenfunktion 1 / 2	Masterwert setzen / rücksetzen	Startet bzw. beendet das Mastern der gewählten Signale
	LED	Ein-/Ausschalten der Lichtquelle für den Sensor
	inaktiv	Taste ohne Funktion



Es gibt zwei definierte Zeitintervalle für das Betätigen der Taste, denen jeweils eine Funktion zugeordnet werden kann. Alle Zeitintervalle werden über Blinken/Leuchten der LED's angezeigt.

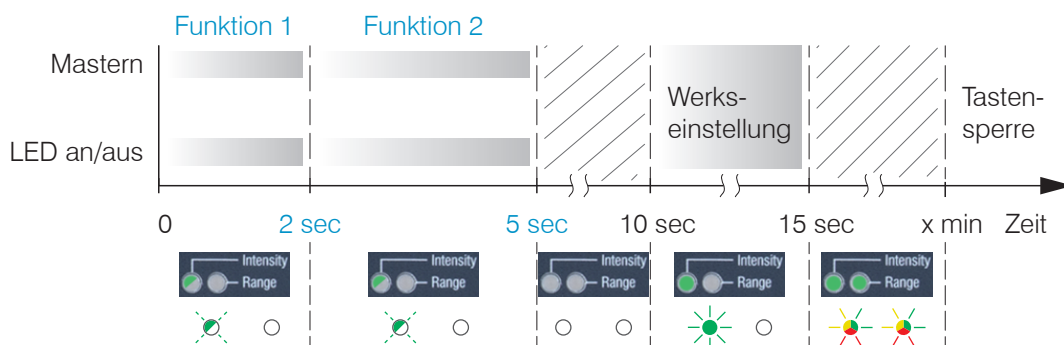


Abb. 5.2: Betätigungsdauer Taste Multifunction

Legende zur Menüstruktur:

Grau hinterlegte Felder erfordern eine Auswahl.	Value	Dunkel umrandete Felder erfordern die Angabe eines Wertes.
---	-------	--

#### 5.5 Positionierung Messobjekt, Dickenmessung

Die LED's **Intensity** und **Range** unterstützen Sie während der Inbetriebnahme den Sensor auf das Ziel auszurichten. Schalten Sie die Lichtquelle im Menü **Einstellungen > Systemeinstellungen** ein oder aus.

- Positionieren Sie den Sensor senkrecht zum Messobjekt.

- Positionieren Sie das Messobjekt möglichst in der Messbereichsmitte des Arbeitsbereiches.

Die Position des Peaks im FFT-Signal hängt von der Dicke des Targets ab. Dadurch bleibt diese Position stabil, auch wenn sich das Messobjekt bewegt.

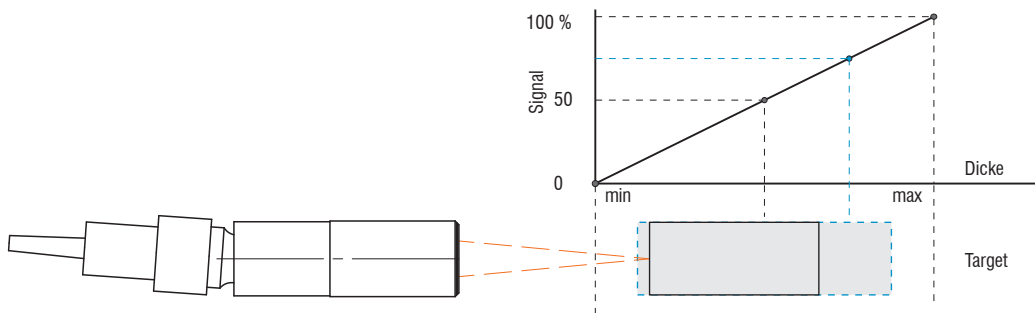


Abb. 5.3: Grundlagen Dickenmessung

Die LED Range an der Frontseite des Controllers zeigt die Position des Messobjektes zum Sensor an.

Rot	Kein Messobjekt vorhanden oder außerhalb des Messbereichs
Gelb	Messobjekt in der Nähe von Messbereichsmitte
Grün	Messobjekt in Messbereich



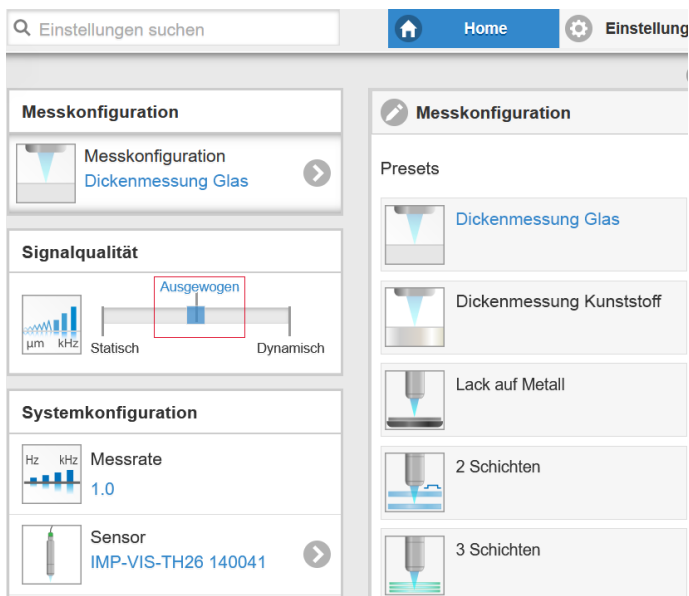
## 5.6 Presets, Setups, Messkonfiguration, Signalqualität

### Definition

- **Preset:** Hersteller-spezifisches Programm, das Einstellungen für häufige Messaufgaben enthält; sie können nicht überschrieben werden. Ein Preset können Sie auswählen im Reiter `Home > Messkonfiguration`.
- **Setup:** Anwender-spezifisches Programm, das relevante Einstellungen für eine Messaufgabe enthält. Ein Setup können Sie auswählen im Reiter
  - `Home > Messkonfiguration` oder
  - **Menü** `Einstellungen > Systemeinstellungen > Laden & Speichern > Messeinstellungen`
- **Initiales Setup beim Booten (Sensorstart):** aus den Setups kann ein Favorit gewählt werden, das beim Sensorstart automatisch aktiviert wird. Ist kein Favorit aus den Setups bestimmt, aktiviert der Sensor das Preset `Standard` beim Start.




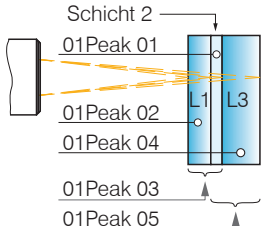
Mit Auslieferung des Controllers ab Werk ist kein Setup vorhanden.

Im Controller sind gängige Messkonfigurationen (Presets) für verschiedene Messobjektoberflächen gespeichert. So können Sie schnell mit Ihrer individuellen Messaufgabe beginnen. Im Preset sind grundlegende Merkmale wie z. B. die Peak- und Materialauswahl oder die Verrechnungsfunktionen bereits eingestellt.



- Gehen Sie in das Menü **Home > Messkonfiguration** und starten Sie die Konfigurationsauswahl. Wählen Sie eine gespeicherte Konfiguration aus (Preset).

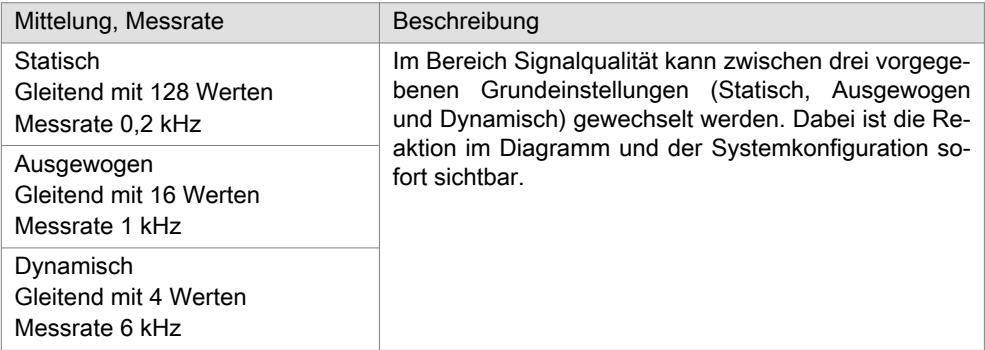
Nachfolgend eine Übersicht aller möglicher Presets:

Presets			IMS5200-TH	IMS5200MP-TH
	Dickenmessung Glas	Dickenmessung z. B. gegen Glas, Material BK7, höchster Peak. Schicht 1: BK7, Schicht 2: Air calibration Datenausgabe Ethernet: 01PEAK01	.	.
	Dickenmessung Kunststoff	Dickenmessung z. B. gegen PMMA, transparente Kunststoffe, höchster Peak, keine Mittelung. Schicht 1: PMMA, Schicht 2: Air calibration Datenausgabe Ethernet: 01PEAK01	.	.
	Lack auf Metall	Dickenmessung Lack Höchster Peak Schicht 1: PS, Schicht 2: Air calibration Datenausgabe Ethernet: 01PEAK01	.	.
	2 Schichten	Spaltüberwachung zwischen Glas und Maske Drei Peaks werden ausgewertet, Peaks nach Höhe sortiert Schicht 1 = BK7, Schicht 2 = Air, Datenausgabe Ethernet: 01PEAK01, 01PEAK02 und 01PEAK03  Peaknummerierung gilt für: Schicht 1 (S1) < Schicht 2 (S2)		.
	3 Schichten	Laminiertes Glas Sechs Peaks werden ausgewertet, Peaks nach Höhe sortiert Schicht 1 = BK7, Schicht 2 = PC, Schicht 3 = BK7, Datenausgabe Ethernet: 01PEAK01, 01PEAK02, 01PEAK03  Peaknummerierung gilt für: Schicht 2 < Schicht 1 (L1) < Schicht 3 (L3); Schicht 1 (L1) und Schicht 2 < Schicht 3 (L3)		.
	4 Schichten	Displayglas Zehn Peaks werden ausgewertet, Peaks nach Höhe sortiert Schicht 1: Air, Schicht 2: Air, Schicht 3: Air, Schicht 4: Air Datenausgabe Ethernet: 01PEAK01, 01PEAK02, 01PEAK03, 01PAK04 01PEAK10  Peaknummerierung gilt für: Schicht 1 < Schicht 2 < Schicht 3 < Schicht 4; Schicht 1 und Schicht 2 < Schicht 3 Materialauswahl und Datenausgabe festlegen		.

Davon ausgehend sind eigene Einstellungen möglich. Beim Speichern eines geänderten Presets blendet das Webinterface einen Dialog für die Vergabe eines Setupnamens ein. Damit können Presets nicht irrtümlich überschrieben werden.

Mit der Funktion `Signalqualität` können Sie die Messrate und die jeweilige Mittelung für alle Presets beeinflussen.

Die nachfolgende gleitende Mittelung wird durch die Funktion `Signalqualität` vorgegeben.



Eine individuelle Materialauswahl ist im Menü **Einstellungen > Messwertaufnahme > Materialauswahl** möglich.

- Gehen Sie in das Menü **Messwertanzeige**. Blenden Sie die FFT-Signaldarstellung mit **FFT** ein.

Links 0 % (dünnes Messobjekt bzw. Schicht) und rechts 100 % (dickeres Messobjekt bzw. Schicht). Der zugehörige Messwert ist durch eine senkrechte Linie (Peakmarkierung) markiert. Das Diagramm startet automatisch bei einem Aufruf der Webseite. 100 % Intensität entspricht dem Wert 2048.





Die Webseite FFT beinhaltet folgende Funktionen:

1 Die LED visualisiert den Zustand der Messwertübertragung.

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

Die Steuerung der Datenabfrage erfolgt mit den Schaltflächen `Play/Pause/Stop/Speichern` der übertragenen Messwerte. `Stop` stoppt das Diagramm, die Datenauswahl und die Zoomfunktion sind weiterhin möglich. `Pause` unterbricht die Aufzeichnung. `Speichern` öffnet den Windows-Auswahldialog für den Dateinamen und den Speicherort, um die ausgewählten FFT-Signale bzw. Korrekturtabellen in eine CSV-Datei zu speichern. Diese enthält alle Pixel, deren (ausgewählte) Intensitäten in % und weitere Parameter.

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

2 Alle Änderungen werden erst wirksam mit Klick auf die Schaltfläche `Einstellungen speichern`.

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

4 Über der Grafik werden die aktuellen Werte der Belichtungszeit und die gewählte Messrate zusätzlich angezeigt.

5 Mouseover-Funktion. Beim Bewegen der Maus über die Grafik werden Kurvenpunkte oder die Peakmarkierung mit einem Kreissymbol markiert und die zugehörige Intensität angezeigt. Über dem Grafikfeld erscheint die zugehörige x-Position in %.

6 Der maskierte Bereich kann bei Bedarf eingeschränkt werden und wird dann rechts und links durch eine zusätzliche hellblaue Schattierung begrenzt. Die im resultierenden Bereich verbleibenden Peaks werden für die Auswertung verwendet.

7 Skalierung der X-Achse: Das oben dargestellte Diagramm kann mit den beiden Slidern rechts und links im unteren Gesamtsignal vergrößert (gezoomt) werden. Kann auch mit der Maus in der Mitte des Zoomfensters (Pfeilkreuz) verschoben werden.

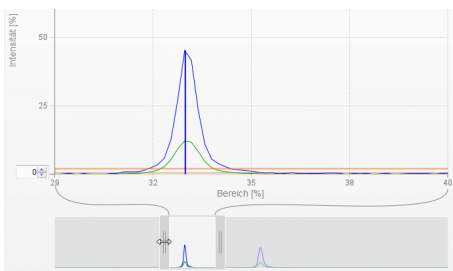


Abb. 5.5: Zoomen mit Slider: einseitig

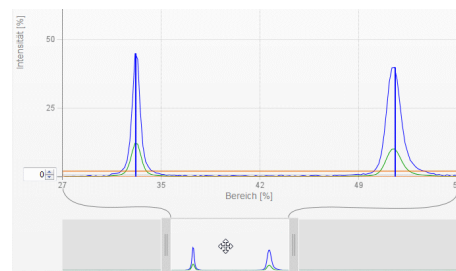


Abb. 5.6: Zoomen mit Slider: Bereichsverschiebung mit Pfeilkreuz

8 Die beiden Schaltflächen ermöglichen den Wechsel zwischen FFT-Signal und Messwertdarstellung.

## 5.8 Dickenmessung mit Webseiten-Anzeige

- Richten Sie den Sensor senkrecht auf das zu messende Objekt aus.
- Rücken Sie den Sensor (oder das Messobjekt) von fern anschließend so lange immer weiter heran, bis der dem verwendeten Sensor entsprechende Messbereichsende etwa erreicht ist.

Sobald sich das Objekt im Messfeld des Sensors befindet, wird dies durch die LED `Range` (grün oder gelb) angezeigt. Alternativ dazu ist das FFT-Signal anzusehen.

LED	Zustand	Beschreibung
Intensity	Rot	Signal in Sättigung
	Gelb	Signal zu gering
	Grün	Signal in Ordnung
Range	Rot	Kein Messobjekt oder außerhalb des Messbereichs
	Gelb	Messobjekt in Mitte Messbereich
	Grün	Messobjekt im Messbereich

Tab. 5.2: Bedeutung der LEDs bei der Abstandsmessung

Nach dem Öffnen von `Messwertanzeige > Diagrammtyp Mess` wird die nachfolgende Webseite geöffnet. Das Diagramm startet automatisch bei Aufruf der Webseite. Das Diagramm im rechten großen Grafikfenster zeigt das Messwert-Zeit-Diagramm.

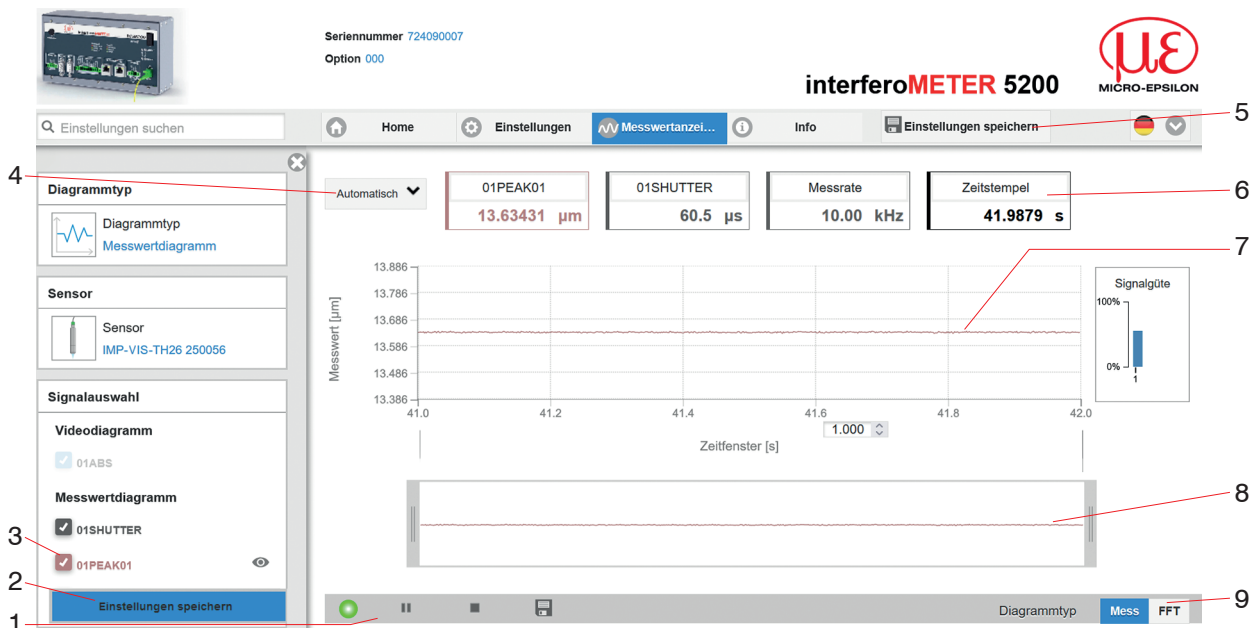



Abb. 5.7: Messwertanzeige (Dickenmessung)

1 Die LED visualisiert den Zustand der Messwertübertragung.

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

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

2 Alle Änderungen in der Signalauswahl werden erst wirksam mit Klick auf die Schaltfläche `Einstellungen speichern`.

3 Im linken Fenster können die Signale während oder nach der Messung hinzu- oder abgeschaltet werden. Nicht aktive Kurven sind grau unterlegt und können durch einen Klick auf den Haken hinzugefügt werden. Die Änderungen werden beim Speichern der Einstellungen wirksam. Verwenden Sie die Augensymbole  um die einzelnen Signale ein- und auszublenden. Die Berechnung läuft weiter im Hintergrund.

- 01PEAK01: Zeitlicher Verlauf des Dickensignals

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

- 5 Schnelles Zwischenspeichern auf den zuletzt gespeicherten Parametersatz (Setup). Die Schaltfläche ist in jeder Einstellungsseite zugänglich.
- 6 In den Textboxen über der Grafik werden die aktuellen Werte für Dicke, Belichtungszeit, aktuelle Messrate und Zeitstempel angezeigt. Fehler werden ebenfalls angezeigt.
- 7 Mouseover-Funktion. Im gestoppten Zustand werden beim Bewegen der Maus über die Grafik Kurvenpunkte mit einem Kreissymbol markiert und die zugehörigen Werte in den Textboxen über der Grafik angezeigt.
- 8 Skalierung der x-Achse: Bei laufender Messung kann mit dem linken Slider das Gesamtsignal vergrößert (gezoomt) werden. Der Zeitbereich lässt sich auch mit einem Eingabefeld unter der Zeitachse definieren. Ist das Diagramm gestoppt, kann auch der rechte Slider verwendet werden. Das Zoomfenster kann auch mit der Maus in der Mitte des Zoomfensters (Pfeilkreuz) verschoben werden.
- 9 Die beiden Schaltflächen ermöglichen den Wechsel zwischen FFT-Signal und Messwertdarstellung.

## 5.9 Einstellungen speichern/laden

Dieses Menü ermöglicht Ihnen momentane Geräteeinstellungen im Controller zu speichern oder gespeicherte Einstellungen zu aktivieren. Sie können im Controller acht verschiedene Parametersätze dauerhaft speichern.

Nicht gespeicherte Einstellungen gehen beim Ausschalten verloren. Speichern Sie Ihre Einstellungen in Setups.

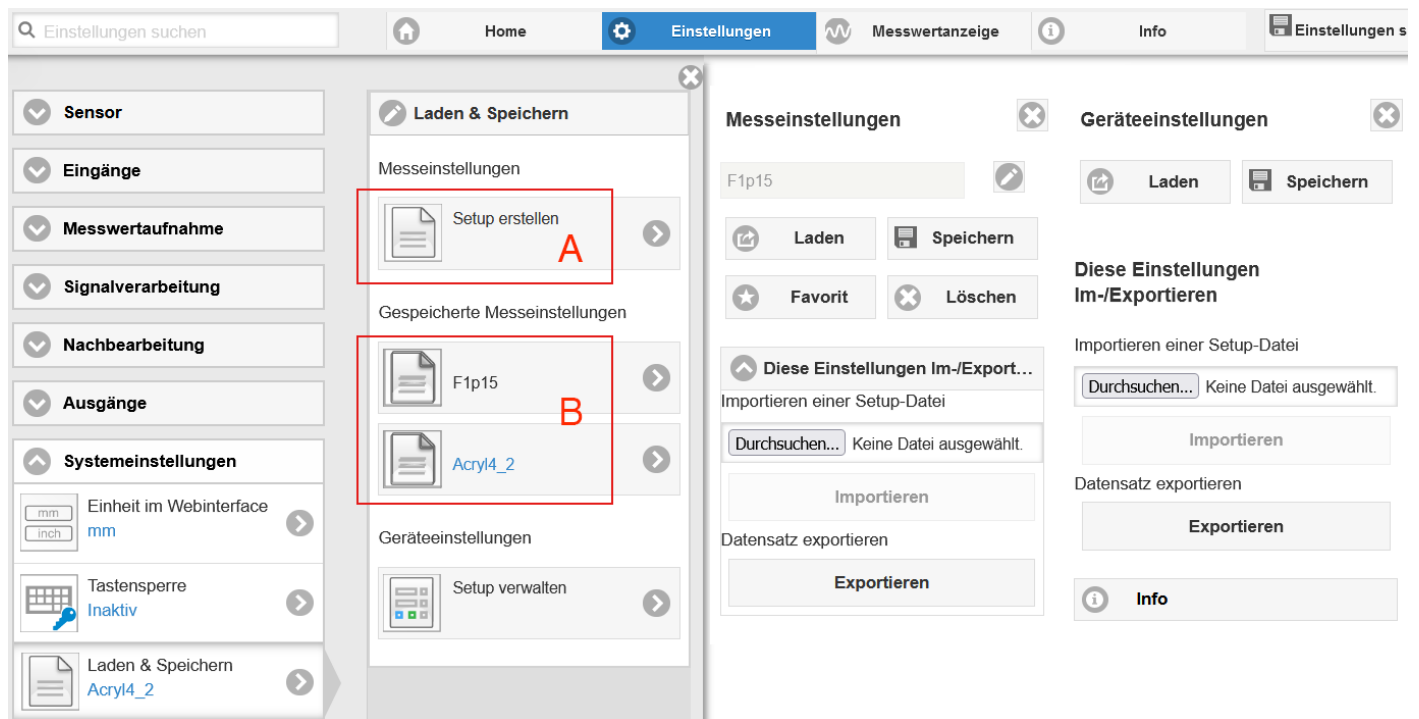


Abb. 5.8: Verwalten von Anwenderprogrammen

- Wechseln Sie in das Menü **Einstellungen > Laden & Speichern**.

Setups im Controller verwalten, Möglichkeiten und Ablauf			
Einstellungen speichern	Bestehendes Setup aktivieren	Änderungen im aktiven Setup speichern	Setup nach dem Booten bestimmen
Menü <b>Laden und Speichern</b> , Bereich <b>A</b>	Menü <b>Laden &amp; Speichern</b>	Menüleiste	Menü <b>Laden &amp; Speichern</b>
Geben Sie den Namen für das Setup an, z. B. F1p15 und betätigen Sie die Eingabe mit der Schaltfläche <b>Speichern</b> .	Klicken Sie mit der linken Maustaste auf das gewünschte Setup, Bereich <b>B</b> . Es öffnet sich der Dialog <b>Messeinstellungen</b> . Klicken Sie die Schaltfläche <b>Laden</b> .	Klicken Sie auf die Schaltfläche <b>Einstellungen Speichern</b>	Klicken Sie mit der linken Maustaste auf das gewünschte Setup, Bereich <b>B</b> . Es öffnet sich der Dialog <b>Messeinstellungen</b> . Klicken Sie die Schaltfläche <b>Favorit</b> .

Die momentanen Einstellungen sind im Controller auch nach dem Ausschalten / Einschalten wieder verfügbar.

Für ein schnelles Zwischenspeichern auf den zuletzt gespeicherten Parametersatz können Sie auch die Schaltfläche **Einstellungen speichern**, rechts oben, in jeder Einstellungsseite benutzen.

i Beim Einschalten wird der zuletzt im Controller gespeicherte Parametersatz geladen.

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

## 6 Erweiterte Einstellungen, Webinterface

### 6.1 Eingänge

#### 6.1.1 Synchronisation

Legende zur Menüstruktur:

<div></div>	Grau hinterlegte Felder erfordern eine Auswahl.	<div>Value</div>	Dunkel umrandete Felder erfordern die Angabe eines Wertes.
-------------	---	------------------	--

Sollen mehrere Sensoren taktgleich am gleichen Messobjekt messen, können die Controller untereinander synchronisiert werden. Der Synchronisationsausgang des ersten Controllers IMC5x00-Master wird mit den Synchronisationseingängen weiterer Controller verbunden, [siehe Kap. 4.4.9](#).

<i>Master</i>	<i>Erster Controller in der Messkette; synchronisiert alle nachfolgenden Controller.</i>
<i>Slave Sync/Trig</i>	<i>Controller arbeitet in Abhängigkeit vom ersten Controller. Eingang erwartet TTL- oder HTL-Pegel.</i>
<i>Slave TriglIn</i>	<i>Der Eingang erwartet TTL- oder HTL-Pegel und ermöglicht eine externe Synchronisation. Der TriglIn-Eingang wird von einer externen Synchronisationsquelle, z. B. Frequenzgenerator, angesteuert. Min. 0,1 ... 6 kHz. Es können auch mehrere Controller parallel extern synchronisiert werden.</i>

Werden die Controller über eine EtherCAT-Schnittstelle betrieben, dann muss die Synchronisation über EtherCAT erfolgen.

#### 6.1.2 Encoder

Maximal zwei<sup>[11]</sup> Encoderwerte können exakt den Messdaten zugeordnet, ausgegeben und auch als Triggerbedingung verwendet werden. Diese exakte Zuordnung zu den Messwerten wird dadurch gewährleistet, dass genau die Encoderwerte ausgegeben werden, die in der Hälfte der Belichtungszeit des Messwertes anlagen (die Belichtungszeit kann auf Grund der Regelung variieren). Spur A und B erlauben eine Richtungserkennung. Jeder der drei Encoder kann getrennt eingestellt werden. Die Belegung der Encoderbuchse, [siehe Kap. 4.4.11](#).

<i>Encoder 1 / 2 / (3)</i>	Interpolation	<i>einfache / zweifache / vierfache Auflösung</i>
	Maximaler Wert	<i>Wert</i>
	Wirkung auf Referenzspur	<i>ohne Wirkung / einmaliges Setzen auf Wert bei Marke / Setzen auf Wert bei allen Marken</i>
	Setzen auf Wert	<i>Wert</i>
	Encoderwert per Software setzen	
	Rücksetzen der Erkennung der ersten Referenzmarke	

#### 6.1.3 Tastenfunktion

Die Taste Multifunction am Controller ist mehrfach belegt. Details dazu finden Sie im Abschnitt Multifunction, [siehe Kap. 5.4](#).

#### 6.1.4 Termination, Abschlusswiderstand

Für den Digitaleingang `Sync/Trig` muss in der Betriebsart `Synchronisation > Slave` im letzten Controller der Reihe der Abschlusswiderstand eingeschaltet sein.

Termination	an / aus	<i>Der Abschlusswiderstand vermeidet Reflexionen.</i>
-------------	----------	---

[11] Verwendung der Referenzspuren als dritter Encoder möglich, [siehe Kap. 4.4.11](#).

### 6.1.5 Eingangspegel

Für den Digitaleingang `TrigIn` muss der Logikpegel definiert werden, mit dem er angesteuert wird.

Eingangspegel	TTL / HTL	TTL: Low $\leq 0,8\text{ V}$ , High $\geq 2\text{ V}$ HTL: Low $\leq 3\text{ V}$ , High $\geq 8\text{ V}$
---------------	-----------	--

## 6.2 Messwertaufnahme

### 6.2.1 Messrate

Die Auswahl der Messrate erfolgt im Menü `Einstellungen > Messwertaufnahme > Messrate`.

- Wählen Sie die gewünschte Messrate aus.

Die Messrate kann in einem Bereich von 0,1 kHz bis 24 kHz eingestellt werden. Die Schrittweite beträgt 100 Hz.

Vorgehensweise:

- Positionieren Sie das Messobjekt möglichst in der Mitte des Arbeitsbereiches. Verändern Sie die Messrate, bis Sie über den gesamten Arbeitsbereich ein stabiles Signal erhalten, das aber nicht übersättigt ist.

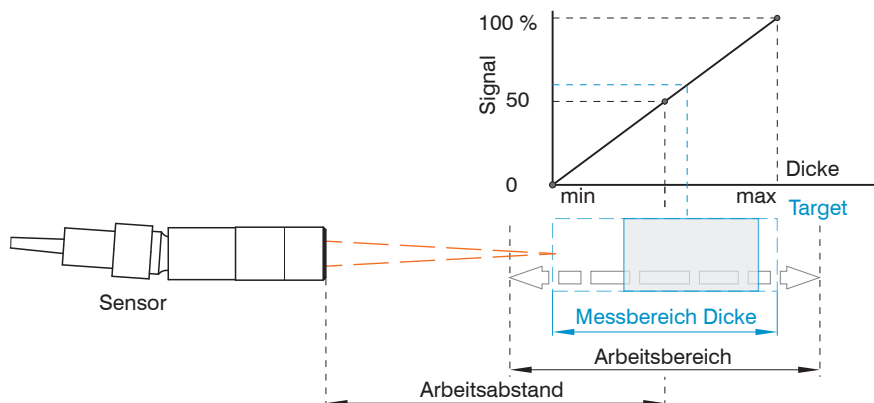


Abb. 6.1: Definition Messbereich und Ausgangssignal

- Verfolgen Sie dazu die LED `Intensity`.

LED	State		Beschreibung
Intensität	Rot	dauerhaft	Rohsignal in Sättigung oder kein Peak auswertbar
	Gelb		Peak auswertbar, jedoch mit reduzierter Linearität
	Grün		Peak auswertbar, spezifiziertes Messergebnis

- Wählen Sie die Messrate so, dass die LED `Intensity` grün leuchtet.
- Wechseln Sie eventuell den Belichtungsmodus, verwenden Sie Manueller Modus.
- Verwenden Sie die gewünschte Messrate und stellen Sie die Belichtungszeit ein. Ansonsten bestimmt die Belichtungszeit die mögliche Messrate.

Ist das Signal niedrig (LED `Intensity` leuchtet gelb) oder gesättigt (LED `Intensity` leuchtet rot), misst der Controller, aber die Messgenauigkeit entspricht möglicherweise nicht den spezifizierten technischen Daten.

### 6.2.2 Maskierung des Auswertebereichs

Die Auswertebereiche können beim interferoMETER individuell gesetzt werden.

Die Auswahl des Auswertebereiches erfolgt im Menü `Einstellungen > Messwertaufnahme > Auswertebereich`.

Die Maskierung begrenzt den Bereich für die Dickenmessung im FFT-Signal.

Diese Funktion wird verwendet, um den Hintergrund zu maskieren, falls dieser in den Messbereich hineinreicht.

Auswertebereiche ROI 1 und ROI 2

Bereichsanfang in %	Wert
Bereichsende in %	Wert

Die Maskierung (Bereichsanfang/Bereichsende) wird in die beiden linken Felder an der Seite (in %) eingetragen.

- i Bei der Begrenzung des Auswertebereichs gilt, dass ein Peak nur erkannt wird, wenn er vollständig innerhalb des Auswertebereichs und über der Schwelle liegt. Der Messbereich kann sich dadurch verringern.

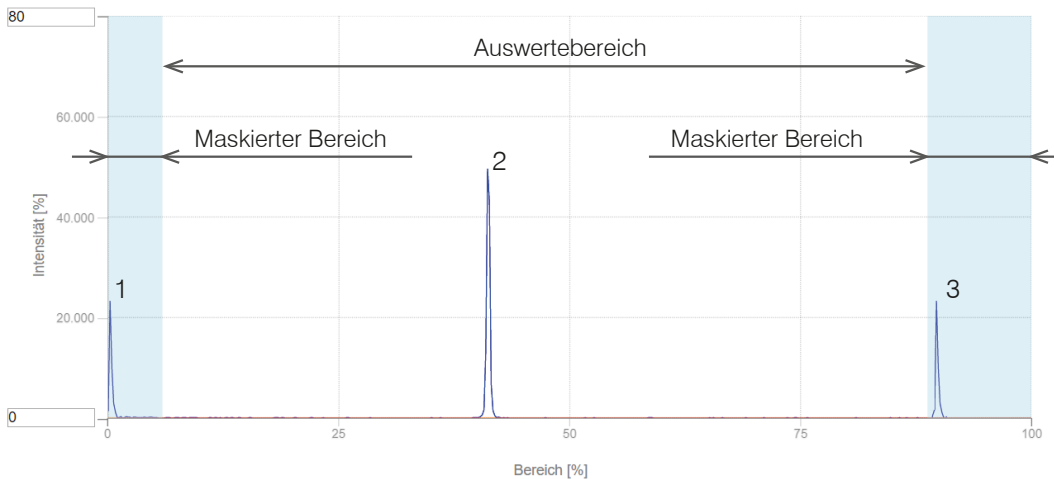


Abb. 6.2: Begrenzung des verwendeten FFT-Signals

In dem gezeigten Beispiel in der Abbildung wird der Peak (2) für die Auswertung verwendet, wohingegen Peak (1) und (3) nicht verwendet werden.

- Stellen Sie den gewünschten Auswertebereich ein.

### 6.2.3 Anzahl Peaks

Anzahl der Peaks des FFT-Signals, die zur Auswertung bei der Dickenmessung verwendet werden. Die Auswahl der Peakanzahl erfolgt im Menü `Einstellungen > Messwertaufnahme > Anzahl Peaks`.

Diese Funktion ist für das folgende System möglich:

- IMS5200MP-THxx

Das Standard-System IMS5200-THxx wertet eine Schicht aus.

Beispiel für eine Schicht aus Glas und Spalt; Messpeak-Sortierung: Erster, zugehörige Materialauswahl

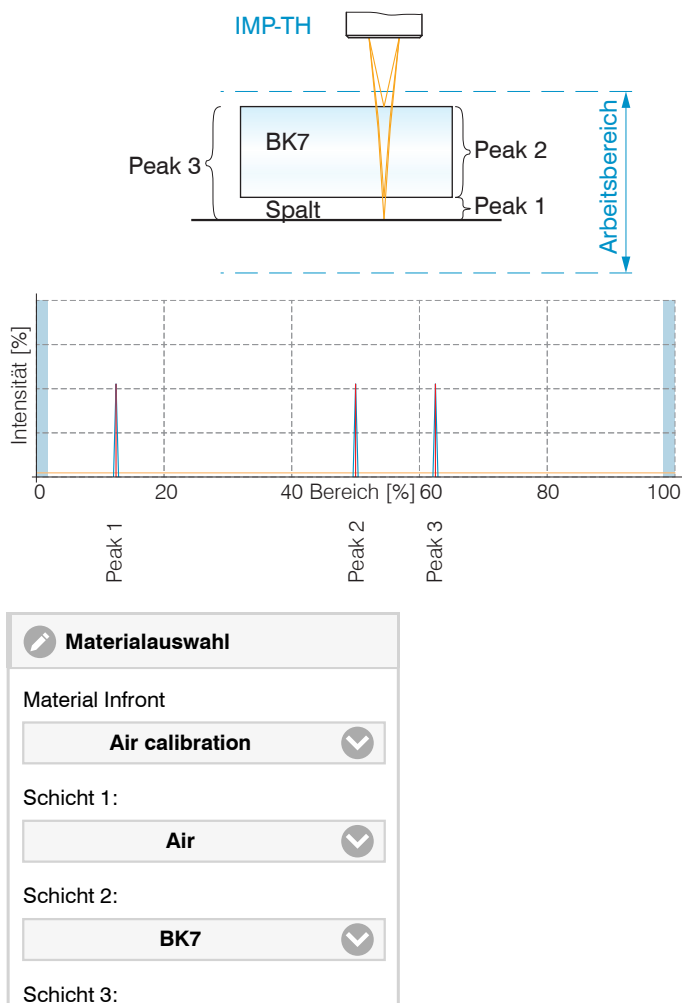
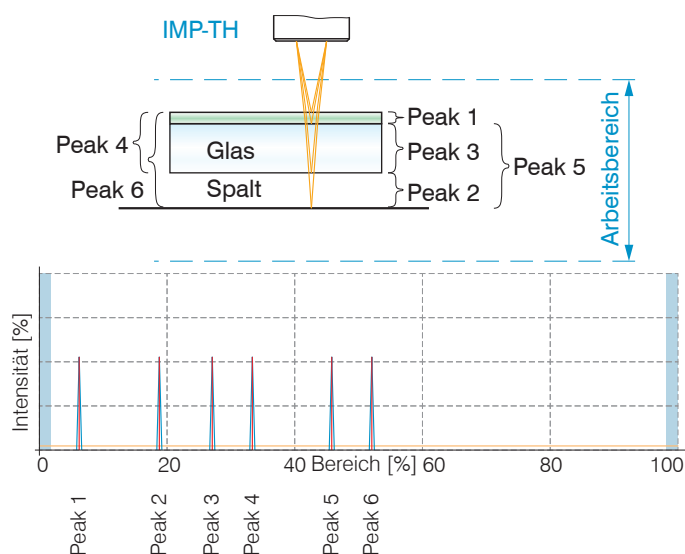


Abb. 6.3: Messanordnung aus zwei Schichten mit zugehöriger Materialauswahl

Die Materialauswahl für eine Dickenmessung startet mit der dünnsten Schicht (Schicht 1) unabhängig von der physikalischen Anordnung im Messobjekt.

Für Schicht 3 muss nicht zwingend ein Material ausgewählt werden. Peak 3 steht für eine Kombinationsschicht aus Glas und Luft. Der Controller wertet diese Schicht aus; das Ergebnis hat in der Messung aber keine Bedeutung.

Beispiel für drei Schichten aus Lack, Glas und Spalt, Messpeak-Sortierung: Erster, zugehörige Materialauswahl





**Materialauswahl**

Material Infront  
**Air calibration**

Schicht 1:  
**Water**

Schicht 2:  
**Air**

Schicht 3:  
**BK7**

Abb. 6.4: Messanordnung aus drei Schichten mit zugehöriger Materialauswahl

Schicht 4 ist die Materialauswahl für die Kombinationsschicht<sup>[12]</sup> von Peak 4.

Das IMS5200MP-TH misst die Dicke der Kombinationsschichten des gesamten Materials. Ist eine Trennung der Schichten nicht möglich, können keine Einzelschichten gemessen werden - die Gesamtdicke ist nur dann sinnvoll, wenn die beiden Schichten das gleiche Material und damit den gleichen Brechungsindex haben.

Bestehen die Schichten aus unterschiedlichen Materialien mit unterschiedlichen Brechungsindizes und man kann die Einzelschichten messen, so ist eine Dickenbestimmung der Gesamtdicke mit dem Controller IMC5200MP-TH und der Signalverarbeitung (Rechenprogramme) möglich.

Für Schicht 4 muss nicht zwingend ein Material ausgewählt werden. Peak 4 steht für eine Kombinationsschicht aus Lack und Glas. Der Controller wertet diese Schicht aus; das Ergebnis hat in der Messung aber keine Bedeutung.

#### 6.2.4 Messpeak Sortierung

Die Auswahl des/der Peaks entscheidet darüber, welcher Bereich im Signal für die Dickenmessung genutzt wird.

- Wechseln Sie in die Materialauswahl, Menü **Einstellungen** > **Messwertaufnahme**.
- Wechseln Sie als Diagrammtyp **FFT**.
- Wählen Sie zwischen **Nach Position** oder **Nach Höhe**.

Mit Auswahl von **Nach Position** ist eine Eingrenzung der benötigten Peaks möglich.

**Sensor**

**Eingänge**

**Messwertaufnahme**

Messrate  
1.0

Auswertebereich (ROI)  
1.76 - 97.51

Anzahl der Peaks  
2 Messwerte

Messpeak Sortierung  
Nach Position: Erster, zweit

Triggern (Datenaufnahme)  
Inaktiv

Materialauswahl

**Messpeak Sortierung**

Messpeak Sortierung:

Nach Höhe

Nach Position

Peakauswahl:

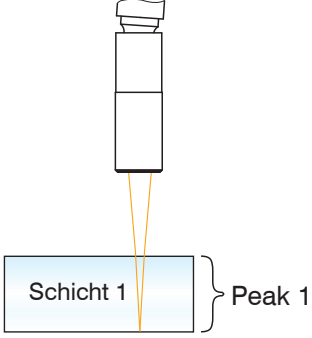
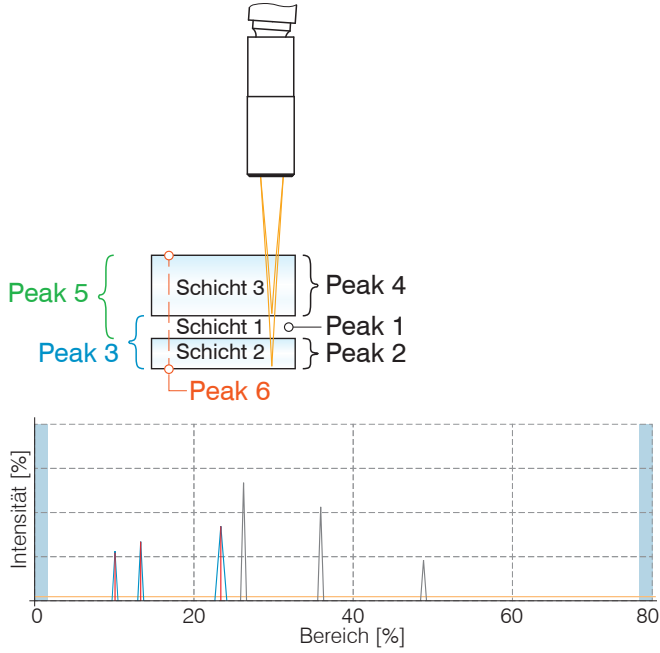
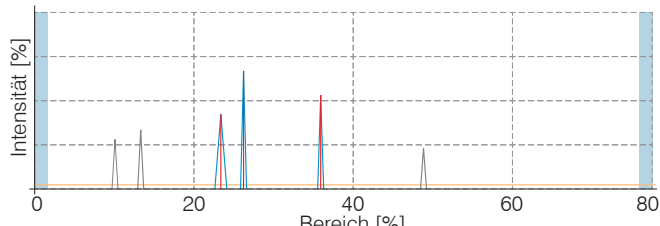
Erster, zweiter Peak

Erster, letzter Peak

Letzter, vorletzter Peak

Abb. 6.5: Optimierung einer Peakauswahl

[12] Der Controller IMC5200MP-TH wertet auch kombinierte Dicken der verschiedenen Schichten aus.

IMS5200-THxx	IMS5200MP-THxx
Dickenmessung	
 <p>Das System wertet eine Schicht aus. Der Peak im FFT-Signal entspricht bereits der Dicke. Die Entscheidung erster oder höchster Peak ist nicht erforderlich.</p>	<p>Jeder Peak steht für einen Dickenwert. Die Peaks werden beginnend bei Messbereichsanfang (für die dünnste Schicht) Richtung Messbereichsende (für die dickste Schicht) gezählt. Auch kombinierte Dicken benachbarter Schichten werden ausgewertet.</p> <p>Die Materialauswahl für eine Dickenmessung startet mit der dünnsten Schicht (Schicht 1) unabhängig von der physikalischen Anordnung im Messobjekt, <a href="#">siehe Kap. 6.2.6</a>.</p>  <p><b>Abb. 6.6:</b> Ab dem ersten Peak wird ausgewertet, z. B. 3 von 4 Peaks</p>  <p><b>Abb. 6.7:</b> Ab dem höchsten Peak wird ausgewertet, z. B. 3 von 4 Peaks</p>

Die Anzahl der Peaks des FFT-Signals, die zur Auswertung bei der Dickenmessung verwendet werden, sind separat zu bestimmen, [siehe Kap. 6.2.3](#).

Bei einem Messobjekt, das aus mehreren transparenten Schichten besteht, ist eine Materialzuweisung pro Schicht erforderlich, [siehe Kap. 6.2.6](#).

## 6.2.5 Triggerung

### 6.2.5.1 Allgemein

Die Messwertaufnahme bzw. -ausgabe am interfeRoMETER ist durch ein externes elektrisches Triggersignal oder per Kommando steuerbar. Dabei wird die analoge und digitale Ausgabe beeinflusst.

- Die Triggerung hat keine Auswirkung auf die vorgewählte Messrate.
- Als externe Triggereingänge werden die Eingänge `Sync/Trig` oder `TrigIn` benutzt, [siehe Kap. 4.4.10](#).
- Werkseinstellung: keine Triggerung, der Controller beginnt mit der Datenübertragung unmittelbar nach dem Einschalten.
- Die Pulsdauer des Triggersignals beträgt mindestens 5  $\mu$ s.

Die Einstellung der Triggerung erfolgt im Menü **Einstellungen > Messwertaufnahme > Triggern Datenaufnahme**. Die Triggerung der Messwertaufnahme und -ausgabe haben das gleiche Zeitverhalten.

<i>Sync/Trig TrigIn</i>	Triggerart	<i>Pegel</i>	Triggerpegel	Pegel niedrig / Pegel hoch	
		<i>Flanke</i>	Triggerpegel	fallende Flanke / steigende Flanke	
			Anzahl an Messwerten	manuelle Auswahl	Wert
<i>Software</i>	Anzahl an Messwerten			unendlich	
				manuelle Auswahl	Wert
	Triggerung starten			unendlich	
<i>Encoder 1/2</i>			Untere Grenze		Wert
			Obere Grenze		Wert
			Schrittweite		Wert
<i>Inaktiv</i>			kontinuierliche Messwertaufnahme		

**Pegel-Triggerung.** Kontinuierliche Messwertaufnahme/-ausgabe, solange der gewählte Pegel anliegt. Danach beendet der Controller die Messwertaufnahme/-ausgabe. Die Pulsdauer muss mindestens eine Zykluszeit betragen. Die darauffolgende Pause muss ebenfalls mindestens eine Zykluszeit betragen.

S = Wegsignal

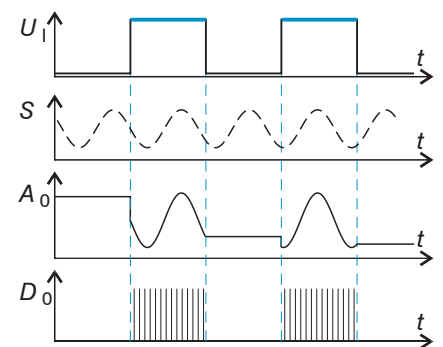


Abb. 6.8: Triggerung mit aktivem High-Pegel ( $U_I$ ), zugehöriges Analogsignal ( $A_0$ ) und Digitalsignal ( $D_0$ )

**Flanken-Triggerung.** Startet Messwertaufnahme, sobald die gewählte Flanke am Triggereingang anliegt. Die Pulsdauer muss mindestens 5  $\mu$ s betragen.

S = Wegsignal

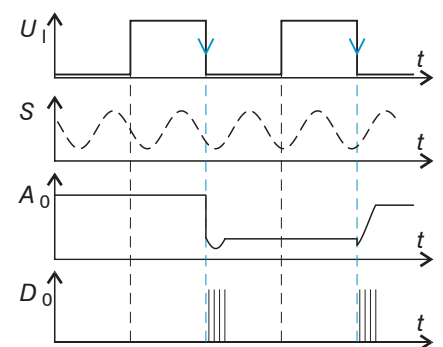


Abb. 6.9: Triggerung mit fallender Flanke ( $U_I$ ), zugehöriges Analogsignal ( $A_0$ ) und Digitalsignal ( $D_0$ )

**Software-Triggerung.** Startet die Messwertaufnahme sobald ein Softwarebefehl (anstatt des Triggereinganges) erfolgt oder die Schaltfläche **Trigger auslösen** betätigt wird.

**Encoder-Triggerung.** Startet die Messwertaufnahme durch Encoder.

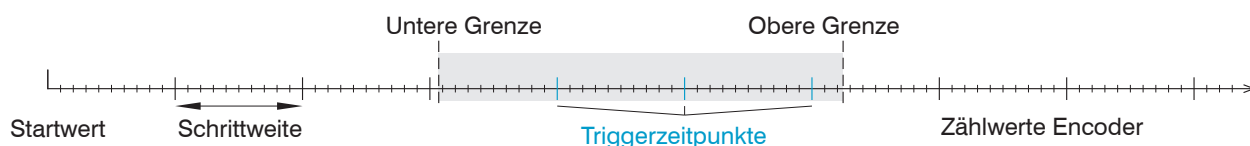


Abb. 6.10: Begriffsdefinition für die Encoderauslösung

- i Innerhalb der Schrittweite gibt es keine Messwerte. Behalten Sie dies bei, wenn die Mittelwertbildung für Messungen verwendet wird.

#### 6.2.5.2 Triggerung der Messwertaufnahme

Das aktuelle Zeilensignal wird erst nach einem gültigen Triggerereignis weiterverarbeitet und die Messwerte daraus berechnet. Die Messwertdaten werden dann für die weitere Berechnung (z. B. Mittelwert) sowie die Ausgabe über eine digitale oder analoge Schnittstelle weitergereicht.

In die Berechnung der Mittelwerte können deshalb unmittelbar vor dem Triggerereignis liegende Messwerte nicht einfließen, stattdessen aber ältere Messwerte, die bei vorhergehenden Triggerereignissen erfasst wurden.

#### 6.2.5.3 Triggerung der Messwertausgabe

Die Berechnung der Messwerte erfolgt fortlaufend und unabhängig vom Triggerereignis. Ein Triggerereignis löst nur die Ausgabe der Werte über eine digitale oder analoge Schnittstelle aus.

In die Berechnung der Mittelwerte oder Statistik gehen also die unmittelbar vor dem Triggerereignis gemessenen Werte ein.

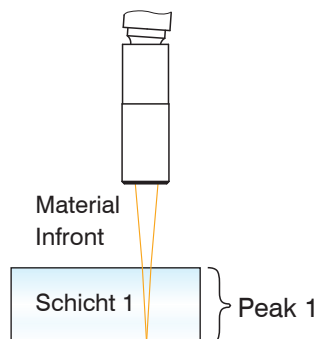
Der Messwert zum Triggerzeitpunkt wird zeitversetzt ausgegeben.

#### 6.2.6 Materialauswahl

Für eine exakte Dickenmessung ist im Controller eine Brechzahlkorrektur erforderlich. Zwischen Sensorstirnfläche und Messobjekt (Material Infront) darf sich ausschließlich Luft oder Vakuum befinden, andere Medien wie z. B. Wasser oder Alkohol sind nicht möglich.

Controller IMC5200-TH

- Wechseln Sie in das Menü `Einstellungen > Messwertaufnahme > Materialauswahl`.
- Ordnen Sie, entsprechend dem verwendeten Messobjekt, das Material zu.



Sie können die Materialtabelle bearbeiten oder ergänzen. Für ein neues Material ist ein Phasenindex und ein Gruppenbrechungsindex nötig.

- Wechseln Sie dazu in das Menü `Einstellungen > Messwertaufnahme > Link zur Materialtabelle`.

Material	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	d	Material
Fused Silica	1.459100	1.480900	0.000000	Fused quartz, 570nm, 20C, Malitson et al. 1965
BK7	1.517600	1.543500	0.000000	N-BK7, 570nm, 20C, SCHOTT
D263T	1.524200	1.555000	0.000000	D263T eco, 570nm, 20C, SCHOTT
N-SF6	1.808100	1.908500	0.000000	Dense flint glass, 570nm, 20C, SCHOTT

**Materialauswahl**

Material Infront: **Air calibration**

Schicht 1: **BK7**

Schicht 2: **Air calibration**

Schicht 3: **Air calibration**

[Link zur Materialtabelle](#)

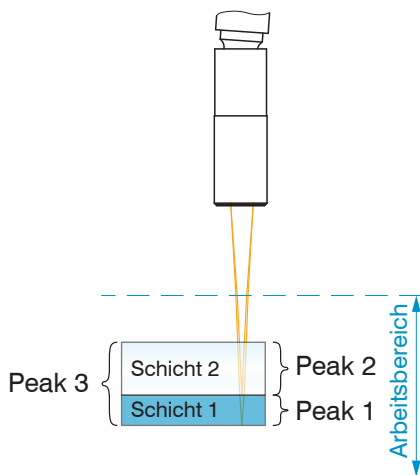
**Material Infront Hilfetext-Title**

Abb. 6.11: Auswahl Material Messobjekt

Für eine Berechnung der Dicken ist auch die Oberfläche des nachfolgenden Materials erforderlich.

#### Controller IMC5200MP-TH

- Wechseln Sie in das Menü **Einstellungen** > **Messwertaufnahme** > **Materialauswahl**.
- Ordnen Sie, entsprechend dem verwendeten Messobjekt, die Materialien den einzelnen Schichten zu.



Die Materialauswahl für eine Dickenmessung startet mit der dünnsten Schicht (Schicht 1) unabhängig von der physikalischen Anordnung im Messobjekt.

**Materialauswahl**

Material Infront: **Air calibration**

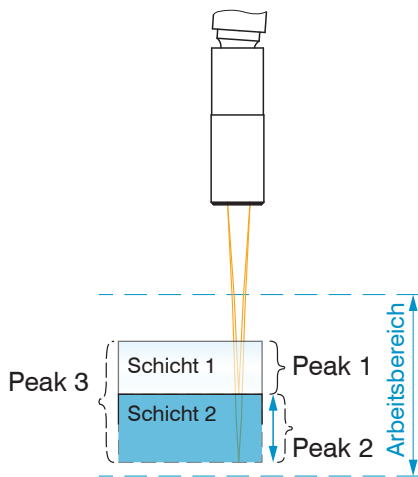
Schicht 1: **BK7**

Schicht 2: **Air**

#### Controller IMC5200MP-TH

Im Vergleich zum obigen Beispiel hat die Dicke der unteren Schicht (blau) zugenommen und ist größer als die obere Schicht. Für diesen Fall ist die Materialauswahl anzupassen.

Im FFT-Signal wechseln Peak 1 und Peak 2 die Plätze, [siehe Kap. 5.8](#), [siehe Kap. 6.2.4](#).



Der Controller IMC5200MP wertet auch kombinierte Dicken der verschiedenen Schichten aus. Für Peak 3 ist entsprechend eine Materialauswahl für Schicht 3 (= Schicht 1 + Schicht 2) zu treffen.

**Materialauswahl**

Material Infront  

Air calibration

Schicht 1:  

Air

Schicht 2:  

BK7

### 6.2.7 Erkennungsschwelle

Die Mindestschwelle (in Digits, bezogen auf das Betrags-Signal) legt fest, ab welcher Signalqualität ein Peak im FFT-Signal in die Auswertung einbezogen wird. Der Controller wertet den höchsten Peak aus. Zur Festlegung ist deshalb die Beurteilung des FFT-Graphen unerlässlich.

Erkennungsschwelle in %	Wert
-------------------------	------

Erkennungsschwelle definieren: Legen Sie die Schwelle generell so hoch, dass keine störenden Peaks detektiert werden.

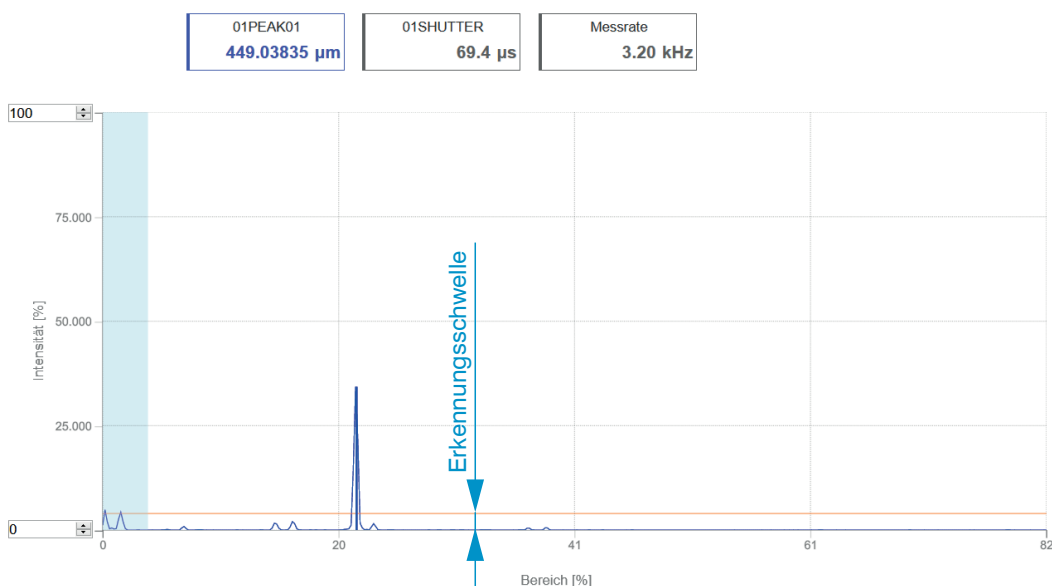


Abb. 6.12: Messung mit Nebenpeaks an einem optisch nicht dichten Material

- i Peaks von hochdotiertem Silizium weisen typisch geringe Intensitäten aus. Reduzieren Sie bei Bedarf die Erkennungsschwelle, damit diese Peaks in der Auswertung berücksichtigt werden.

## 6.3 Signalverarbeitung, Rechnung

### 6.3.1 Datenquelle, Parameter, Rechenprogramme

In jedem Berechnungsblock kann ein Rechenschritt durchgeführt werden. Hierzu müssen das Rechen-Programm, die Datenquellen und die Parameter des Rechen-Programmes eingestellt werden.

			IMS5200	IMS5200MP
Median			.	.
Gleitender Mittelwert			.	.
Rekursive Mittelung			.	.
Dicke	Differenzbildung Zwei Signale oder Ergebnisse, Peak/Ergebnis B < Peak/Ergebnis A			.
Formel	Peak A - Peak B			
Berechnung	Summenbildung Zwei Signale oder Ergebnisse			.
Formel	Faktor 1 * Peak/Ergebnis A + Faktor 2 * Peak/Ergebnis B + Offset			
Duplizieren	Erzeugt eine Kopie eines Signals			.
Berechnungs-Parameter (Programm Berechnung)	Faktor 1 / 2	Wert	-32768,0 ... 32767,0	
	Offset	Wert	-21,47 ... 21,47	
Berechnungs-Parameter (Programm Mittelwert)	Mittelungstyp	Rekursiv / Gleitend / Median		
	Mittelwerttiefe	Wert	Rekursiv: 2 ... 32000	
			Gleitend: 2 / 4 / 8 / 16 / 32 / 64 / 128 / 256 / 512 / 1024 / 2048 / 4096	
			Median: 3 / 5 / 7 / 9	
Die Mittelwerttiefe gibt an, über wie viele fortlaufende Messwerte im Controller gemittelt werden soll, bevor ein neuer Messwert ausgegeben wird.				

Tab. 6.1: Verfügbare Programme · = mögliche Funktion

Reihenfolge für das Anlegen eines Berechnungsblockes.

**Rechnung 1**

Berechnungsfunktion  
 ① **Berechnung** ▼

Faktor 1:  
 ② -1.0

Abstand A:  
 ③ 01PEAK01 ▼

Faktor 2:  
 ④ 01PEAK02 ▼

Offset mm:  
 ⑤ 1.0

Name:  
 Layer\_1

**Rechnung übernehmen**

Abb. 6.13: Reihenfolge bei der Programmauswahl

- ▶ Wählen Sie ein Programm (1) , z. B. Mittelwert, aus.
- ▶ Definieren Sie die Parameter (2) .
- ▶ Bestimmen Sie die Datenquelle(n) (3) .
- ▶ Geben Sie dem Block einen Namen (4) .
- ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche **Rechnung übernehmen**.

Die Programme Berechnung und Dicke besitzen zwei Datenquellen, die Mittelwertprogramme und Duplizieren jeweils eine Datenquelle.

### 6.3.2 Definitionen

Abstandswert(e)	01PEAK01, 01PEAK02, 01PEAK06
Pro Kanal/Sensor sind max 10 Berechnungsblöcke möglich. Die Abarbeitung der Berechnungsblöcke erfolgt sequentiell.	
Rückkoppelungen (algebraische Schleifen) über einen oder mehrere Blöcke sind nicht möglich. Als Datenquellen können nur die Abstandswerte bzw. die Rechenergebnisse der vorhergehenden Berechnungsblöcke verwendet werden.	
<b>Reihenfolge der Verarbeitung:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Unlinearisierte Dicke</li> <li>2. Linearisierung der Dicke</li> <li>3. Brechzahlkorrektur der Dicke</li> <li>4. Fehlerbehandlung bei keinem gültigen Messwert</li> <li>5. Berechnung</li> <li>6. Mastern</li> <li>7. Statistik</li> </ol>	



### 6.3.3 Mittelung

#### 6.3.3.1 Allgemein

Die Messwertmittelung erfolgt nach der Berechnung der Messwerte und vor der Ausgabe über die Schnittstellen oder deren Weiterverarbeitung.

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 Messrate bzw. Ausgaberate. Der eingestellte Mittelwerttyp und die Anzahl der Werte müssen im Controller gespeichert werden, damit sie nach dem Ausschalten erhalten bleiben. |
|---|---|

Der Controller wird ab Werk mit der Voreinstellung „gleitende Mittelung, Mittelwerttiefe = 16“, d. h. mit Mittelwertbildung ausgeliefert.

Messwertmittelung definieren

- ▶ Wechseln Sie in den Reiter **Einstellungen > Signalverarbeitung > Rechnung**.
- ▶ Nehmen Sie die gewünschten Einstellungen vor und bestätigen Sie mit **Einstellungen speichern**.

#### 6.3.3.2 Gleitender Mittelwert

##### Gleitender Mittelwert

Über die wählbare Filterbreite  $N$  aufeinander folgender Messwerte wird der arithmetische Mittelwert  $M_{gl}$  gebildet und ausgegeben. Jeder neue Messwert wird hinzugenommen, der erste (älteste) Messwert aus der Mittelung (aus dem Fenster) wieder herausgenommen.

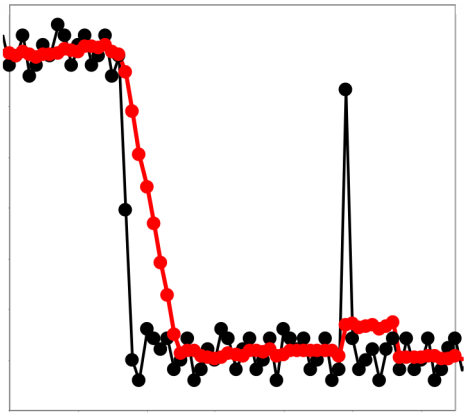
$M_{gl} = \frac{\sum_{k=1}^N MW(k)}{N}$	$MW$ = Messwert
	$N$ = Mittelungszahl
	$k$ = Laufindex (im Fenster)
	$M_{gl}$ = Mittelwert bzw. Ausgabewert

Dadurch werden kurze Einschwingzeiten bei Messwertsprüngen erzielt.

##### Beispiel: N=4

... 0, 1, <u>2, 2, 1, 3</u>	... 1, 2, <u>2, 1, 3, 4</u>	Messwert
↓	↓	
$\frac{2, 2, 1, 3}{4} = M_{gl}(n)$	$\frac{2, 1, 3, 4}{4} = M_{gl}(n+1)$	Ausgabewert

- |   |   |
|---|---|
| i | Bei der gleitenden Mittelung sind für die Mittelungszahl $N$ nur die Potenzen von 2 zugelassen. Die größte Mittelungszahl ist 1024. |
|---|---|

**Anwendungshinweise**

- Glätten von Messwerten
- Die Wirkung kann fein dosiert werden im Vergleich zur rekursiven Mittelung.
- Bei gleichmäßigem Rauschen der Messwerte ohne Spikes
- Bei geringfügig rauer Oberfläche, bei der die Rauheit eliminiert werden soll.
- Auch für Messwertsprünge geeignet bei relativ kurzen Einschwingzeiten

— Signal ohne Mittelung

— Signal mit Mittelung

Tab. 6.2: Gleitendes Mittel,  $N = 8$ **6.3.3.3 Rekursiver Mittelwert****Rekursiver Mittelwert**

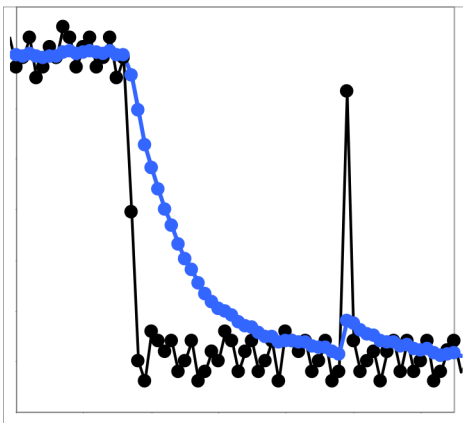
Jeder neue Messwert  $MW(n)$  wird gewichtet zum  $(n-1)$ -fachen des vorherigen Mittelwertes hinzugefügt.

**Formel:**

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

 $N$  = Mittelungszahl,  $N = 1 \dots 32767$  $n$  = Messwertindex $MW$  = Messwert $M_{\text{rek}}$  = Mittelwert bzw. Ausgabewert

Die rekursive Mittelung erlaubt eine sehr starke Glättung der Messwerte, braucht aber sehr lange Einschwingzeiten bei Messwertsprüngen. Der rekursive Mittelwert zeigt Tiefpassverhalten.

**Anwendungshinweise**

- Erlaubt eine sehr starke Glättung der Messwerte. Lange Einschwingzeiten bei Messwertsprüngen (Tiefpassverhalten).
- Starke Glättung von Rauschen ohne große Spikes
- Für statische Messungen, um das Signalrauschen besonders stark zu glätten
- Für dynamische Messungen an rauen Messobjekt-Oberflächen, bei der die Rauheit eliminiert werden soll, z. B. Papierrauigkeit an Papierbahnen.
- Zur Eliminierung von Strukturen, z. B. Teile mit gleichmäßigen Rillenstrukturen, gerändelte Drehteile oder grob gefräste Teile
- Ungeeignet bei hochdynamischen Messungen

— Signal ohne Mittelung

— Signal mit Mittelung

Tab. 6.3: Rekursives Mittel,  $N = 8$ **6.3.3.4 Median****Median**

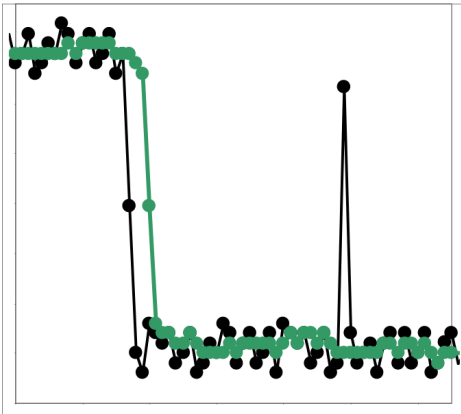
Aus einer vorgewählten Anzahl von Messwerten wird der Median gebildet.

Bei der Bildung des Medians im Controller werden die einlaufenden Messwerte nach jeder Messung neu sortiert. Der mittlere Wert wird danach als Median ausgegeben.

Es werden 3, 5, 7 oder 9 Messwerte berücksichtigt. Damit lassen sich einzelne Störimpulse unterdrücken. Die Glättung der Messwertkurven ist jedoch nicht sehr stark.

**Beispiel:** Median aus fünf Messwerten

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



#### Anwendungshinweise

- Glättung der Messwertkurve nicht sehr stark, eliminiert vor allem Ausreißer
- Unterdrückt einzelne Störimpulse
- Bei kurzen starken Signalpeaks (Spikes)
- Auch bei Kantensprüngen geeignet (nur geringer Einfluss)
- Bei rauer, staubiger oder schmutziger Umgebung, bei der Schmutzpartikel oder die Rauheit eliminiert werden sollen
- Zusätzliche Mittelung kann nach dem Medianfilter verwendet werden

— Signal ohne Mittelung

— Signal mit Mittelung

Tab. 6.4: Median,  $N = 7$

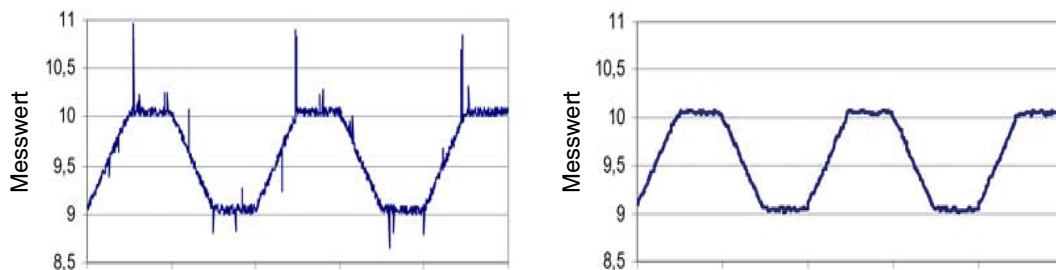


Abb. 6.14: Signalverlauf Profil ohne Median (links), mit Median  $N = 9$  (rechts)

## 6.4 Nachbearbeitung

### 6.4.1 Nullsetzen, Mastern

Durch Nullsetzen und Mastern können Sie den Messwert genau auf einen bestimmten Sollwert im Messbereich setzen. Der Ausgabebereich wird dadurch verschoben. Sinnvoll ist diese Funktion z. B. für mehrere nebeneinander messende Sensoren, bei der Dicken- und Planaritätsmessung. Bei der Dickenmessung eines transparenten Messobjektes ist die tatsächliche Dicke eines Masterobjektes als **Masterwert** einzugeben.

Masterwert in mm	Wert	Angabe, z. B. der Dicke, eines Masterstückes. Wertebereich: -2,147 ... +2,147 mm (-0,083 ... +0,083 Zoll)
------------------	------	--

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

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

- i „Mastern“ oder „Nullsetzen“ erfordert ein Messobjekt im Messbereich. „Mastern“ und „Nullsetzen“ beeinflussen die Analog-, Schalt- und Digitalausgänge.

**Nullsetzen/Mastern**

Mastersignal  
01PEAK01

Masterwert in mm  
0.02

Mastersignal übernehmen  
Mastersignal löschen

Auswahl Mastersignal  
01PEAK01

Masterwert aktivieren  
Masterwert deaktivieren

- 1 Signal für die Funktion auswählen, Masterwert zuweisen.
- 2 Schaltfläche zum Speichern bzw. Löschen eines Mastersignals.
- 3 Auswahl eines/r bestimmten Signals oder Funktion.
- 4 Funktion starten bzw. stoppen.

Abb. 6.15: Dialog zum Mastern, Übersicht der einzelnen Masterwerte

Beim Mastern wird die Ausgangskennlinie parallel verschoben. Die Kennlinienverschiebung verkleinert den nutzbaren Messbereich des Sensors, je weiter Masterwert und Masterposition voneinander entfernt sind.

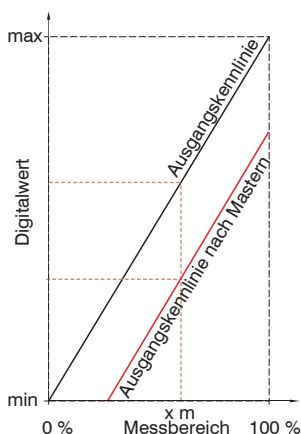


Abb. 6.16: Kennlinienverschiebung beim Mastern

Ablauf Nullsetzen/Mastern:

- Bringen Sie Messobjekt und Sensor in die gewünschte Position zueinander.
- Setzen Sie den Masterwert, Webinterface/ASCII/EtherCAT.

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

Die beiden nachfolgenden Abbildungen zeigen den Ablauf für das Mastern/Nullsetzen mit der Taste Multifunction am Controller. Voraussetzung dafür ist, dass der Taste Multifunction diese Funktionen zuvor zugewiesen wurden, siehe Kap. 5.4.



Abb. 6.17: Ablaufdiagramm für Nullsetzen, Mastern (Multifunction-Taste)

Die Funktion Nullsetzen/Mastern kann mehrfach hintereinander angewendet werden.



Abb. 6.18: Ablaufdiagramm für die Rücknahme Nullsetzen/Mastern (Multifunction-Taste)

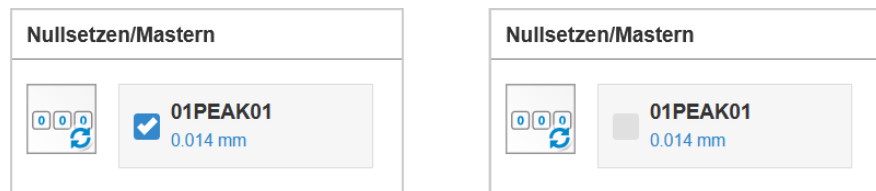


Abb. 6.19: Mastern auslösen im Menü Messwertanzeige via Mausclick (links), Rücknahme Mastern (rechts)

#### 6.4.2 Statistik

Der Controller leitet aus dem Messergebnis die folgenden statistischen Werte ab:

- Minimum,
- Peak-to-peak und
- Maximum

Die Statistikwerte werden aus den Messwerten innerhalb des Auswertebereiches berechnet.

Der Auswertebereich wird mit jedem neuen Messwert zurückgesetzt. Die Statistikwerte werden im Webinterface, Bereich Messwertanzeige, angezeigt oder über die Schnittstellen ausgegeben.

Position	Signal	Statistikwert
1	01DIST1	2048
2	01DIST3	2048
3	R1	4096

Abb. 6.20: Dialog zum Mastern, Übersicht der einzelnen Masterwerte

- 1 Signal für die Funktion auswählen.
- 2 Anzahl der Messwerte, über die Minimum, Maximum und Peak-to-Peak für ein Signal ermittelt werden. Der Wertebereich für die Berechnung kann zwischen 2 und 16384 (in Potenzen von 2) liegen.
- 3 Schaltfläche zum Speichern bzw. Löschen eines Signals.
- 4 Über die Schaltfläche Statistikwert rücksetzen können ein bestimmtes Signal oder alle Statistiksinalen zurückgesetzt und damit ein neuer Auswertezyklus (Speicherperiode) eingeleitet werden. Am Beginn eines neuen Zyklus werden die alten Statistikwerte gelöscht.
- 5 Übersicht Signale für eine Statistikfunktion eingerichtet wurde, Auswertebereich (Statistikwert)

Reihenfolge für das Anlegen einer Statistikauswertung:

- Wechseln Sie in den Reiter `Einstellungen` > `Nachbearbeitung` > `Statistik`.
- Wählen Sie ein Signal aus (1), für das die Statistikwerte berechnet werden sollen.
- Bestimmen Sie mit `Statistikwert` den Auswertebereich.

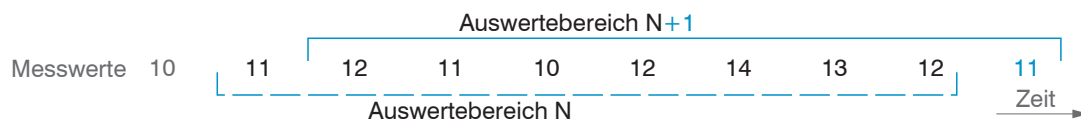


Abb. 6.21: Dynamische Aktualisierung des Auswertebereiches über die Messwerte, Statistikwert = 8

#### 6.4.3 Datenreduktion, Ausgabe-Datenrate

Datenreduktion	Wert	Weist den Controller an, welche Daten von der Ausgabe ausgeschlossen werden und somit die zu übertragende Datenmenge reduziert wird.
Reduzierung gilt für	RS422 / Analog / Ethernet	Die für die Unterabtastung vorgesehenen Schnittstellen sind mit der Checkbox auszuwählen.

Sie können die Messwertausgabe im Controller reduzieren, wenn Sie die Ausgabe jedes n-ten Messwertes vorgeben. Die Datenreduktion bewirkt, dass nur jeder n-te Messwert ausgegeben wird. Die anderen Messwerte werden verworfen. Der Reduktionswert n kann von 1 (jeder Messwert) bis 3.000.000 gehen. Damit können Sie langsamere Prozesse, z. B. eine SPS, an den schnellen Controller anpassen, ohne die Messrate reduzieren zu müssen.

#### 6.4.4 Fehlerbehandlung (Letzten Wert halten)

Kann kein gültiger Messwert ermittelt werden, wird ein Fehler ausgegeben. Wenn das bei der weiteren Verarbeitung stört, kann alternativ dazu der letzte gültige Wert über eine bestimmte Zeit gehalten, d. h. wiederholt ausgegeben werden.

Fehlerbehandlung	Fehlerausgabe, kein Messwert	Schnittstellen geben anstatt der Messwerte einen Fehlerwert aus.	
	Letzten Wert unendlich halten	Schnittstellen geben den letzten gültigen Messwert aus, bis ein neuer gültiger Messwert zur Verfügung steht.	
	Letzten Wert halten	Wert	Die Anzahl der Werte, die gehalten werden sollen, kann zwischen 1 und 1024 liegen. Bei Anzahl = 0 wird der letzte Wert solange gehalten, bis ein neuer gültiger Messwert erscheint.

### 6.5 Ausgänge

#### 6.5.1 Allgemein

Eine parallele Datenausgabe über mehrere Kanäle ist möglich.

### 6.5.2 RS422

Die Auswahl der Ausgabedaten aus allen intern bestimmten Werten und den berechneten Werten aus den Rechenmodulen erfolgt getrennt für beide Schnittstellen. Diese werden in einer festen Reihenfolge ausgegeben.

Weitere Details zur Datenausgabe via RS422 finden sie hier, [siehe Kap. 8](#).

**RS422**

RS422 Baudrate

115,2 kBps

**Signale**

☐ 01ABS

☐ 01SHUTTER

☐ 01ENCODER1

☐ 01ENCODER2

☒ 01PEAK01

☒ 01PEAK01\_MIN

☐ 01PEAK01\_PEAK

☐ 01PEAK01\_MAX

**Ausgabereihenfolge**

TIMESTAMP 01PEAK01  
01PEAK01\_MIN

- Wechseln Sie in den Reiter `Einstellungen` > `Ausgänge` > `RS422`.

### 6.5.3 Datenausgabe Ethernet

Die Auswahl der Ausgabedaten aus allen intern bestimmten Werten und den berechneten Werten aus den Rechenmodulen erfolgt getrennt für Ethernet und RS422. Diese werden anschließend in fester Reihenfolge nacheinander ausgegeben. Die ausgewählten Werte für Ethernet beinhalten die Signale für die Übertragung der Messwerte. Dies gilt jedoch nicht für das Webdiagramm.

Eine parallele Ausgabe von Messdaten über RS422 und Ethernet ist möglich.

Weitere Details zur Datenausgabe via Ethernet finden sie hier, [siehe Kap. 9](#).

Abb. 6.22: Auswahl der Ausgabedaten für die Ethernetschnittstelle, abhängig von Controllerausführung

- Wechseln Sie in den Reiter `Einstellungen` > `Ausgänge` > `Datenausgabe Ethernet`.

### 6.5.4 Analogausgang

#### 6.5.4.1 Auswahlmöglichkeiten, Skalierung

Es kann nur ein Messwert übertragen werden. Die Auflösung des Analogausganges beträgt 16 Bit.

Ausgangssignal	01PEAK01 / ... / 01PEAK14 Ergebnisse Signalverarbeitung	Am Analogausgang kann nur ein Ausgabewert ausgegeben werden.	
Ausgabebereich	4 ... 20 mA / 0 ... 5 V / 0 ... 10 V	Am Controller kann nur der Spannungs- oder der Stromausgang genutzt werden.	
Skalierung	Standardskalierung	Skalierung auf 0 ... Messbereich	
	Zweipunktskalierung	Minimumwert (in mm):	Wert
		Maximumwert (in mm):	Wert

Der erste Wert entspricht dem Messbereichsanfang, der zweite Wert dem Messbereichsende. Soll der Analogbereich verschoben werden, empfiehlt sich die Funktion Nullsetzen/Mastern zu verwenden.

Die Zweipunktskalierung ermöglicht eine benutzerdefinierte Angabe des auszugebenden Messbereiches. Dabei ist es zulässig, die minimalen und maximalen Bereichsgrenzen zu vertauschen, um eine fallende Analogkennlinie zu ermöglichen.



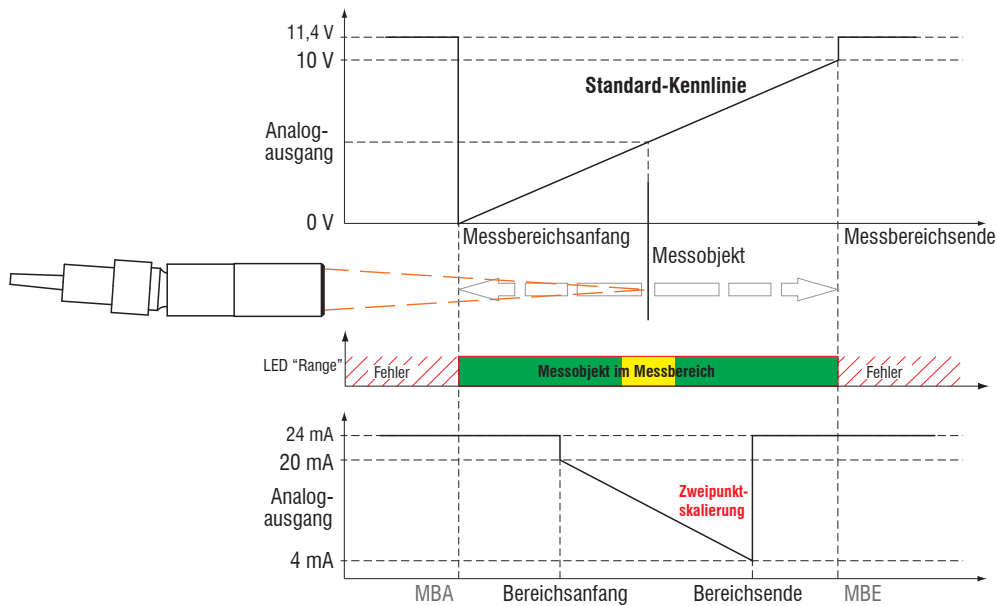


Abb. 6.23: Skalierung des Analogsignals

#### 6.5.4.2 Berechnung Messwert aus Stromausgang

Stromausgang (ohne Mastern, ohne Zweipunktskalierung)		
Variablen	Wertebereich	Formel
$I_{\text{OUT}}$ = Strom [mA]	[3,8; <4] MBA-Reserve [4; 20] Messbereich [>20; 20,2] MBE-Reserve	$d \text{ [mm]} = \frac{(I_{\text{OUT}} \text{ [mA]} - 4)}{16} * MB \text{ [mm]}$
$MB$ = Messbereich (Dicke) in $\mu\text{m}$	{160 <sup>[13]</sup> [14]}	
$d$ = Dicke in $\mu\text{m}$	[-0,01MB; 1,01MB]	

Stromausgang (mit Zweipunktskalierung)		
Variablen	Wertebereich	Formel
$I_{\text{OUT}}$ = Strom [mA]	[3,8; <4] MBA-Reserve [4; 20] Messbereich [>20; 20,2] MBE-Reserve	$d \text{ [mm]} = \frac{(I_{\text{OUT}} \text{ [mA]} - 4)}{16} *  n \text{ [mm]} - m \text{ [mm]} $
$MB$ = Messbereich (Dicke) in $\mu\text{m}$	{160 <sup>[13]</sup> [14]}	
$m, n$ = Lernbereich in $\mu\text{m}$	[0; MB]	
$d$ = Dicke in $\mu\text{m}$	[m; n]	

#### 6.5.4.3 Berechnung Messwert aus Spannungsausgang

Spannungsausgang (ohne Mastern, ohne Zweipunktskalierung)		
Variablen	Wertebereich	Formel
$V_{\text{OUT}}$ = Spannung [V]	[-0,05; < 0] MBA-Reserve [0; 5] Messbereich [> 5; 5,05] MBE-Reserve	$d = \frac{V_{\text{OUT}}}{5} * MB$ $d = \frac{V_{\text{OUT}}}{10} * MB$
$MB$ = Messbereich Dicke in $\mu\text{m}$	{160 <sup>[13]</sup> [14]}	
$d$ = Dicke in $\mu\text{m}$	[-0,01MB; 1,01MB]	

[13] Das Messobjekt muss sich innerhalb des Arbeitsbereiches befinden.

[14] Gilt für eine Luftspaltmessung  $n \sim 1$ .

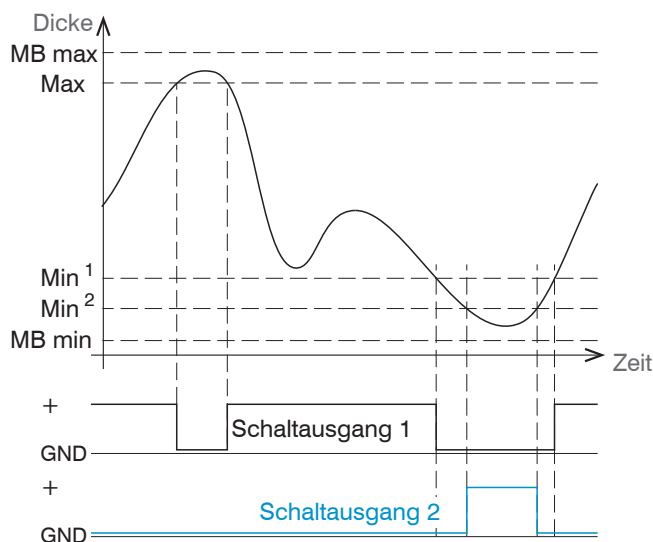
Spannungsausgang (mit Zweipunktskalierung)		
Variablen	Wertebereich	Formel
$V_{OUT}$ = Spannung [V]	[-0,05; < 0] MBA-Reserve [0; 5] Messbereich [> 5; 5,05] MBE-Reserve	$d = \frac{V_{OUT}}{5} *  n - m $ $d = \frac{V_{OUT}}{10} *  n - m $
	[-0,1; < 0] MBA-Reserve [0; 10] Messbereich [> 10; 10,1] MBE-Reserve	
$MB$ = Messbereich Dicke in $\mu m$	{160 <sup>[13]</sup> [14]}	
$m, n$ = Lernbereich in $\mu m$	[0; MB]	
$d$ = Dicke in $\mu m$	[m; n]	

### 6.5.5 Schaltausgänge, Grenzwertüberwachung

Digitalausgang 1 "Fehler 1"	01PEAK01
Digitalausgang 2 "Fehler 2"	
Compare to	lower / upper / both
Grenzwert Minimum in mm	Wert
Grenzwert maximal in mm	Wert
Schaltpegel bei Fehler	PNP / NPN / Push-Pull / Push-Pull negiert

Beide Schaltausgänge werden aktiviert, wenn sich das Messobjekt außerhalb des Messbereiches befindet.

Die Schaltausgänge „Error 1“ und „Error 2“ können wahlweise zur Grenzwertüberwachung genutzt werden. Bei Über- bzw. Unterschreitung eines Grenzwertes werden die Schaltausgänge aktiviert. Dazu sind ein unterer und oberer Grenzwert (in mm) einzugeben. Hinweise zum Schaltverhalten finden Sie bei den elektrischen Anschlüssen, [siehe Kap. 4.4](#).



Bereichs-Grenzwerte -21,47 ... +21,47

Max = Maximum

Min<sup>1</sup> = Minimaler Schaltausgang 1

Min<sup>2</sup> = Minimum Schaltausgang 2

MB = Messbereich, Minimum und Maximum

Abb. 6.24: Schaltausgang 1 (beide, NPN) und Schaltausgang 2 (unten, PNP) mit Grenzwerten

### 6.5.6 Datenausgabe, Schnittstellenauswahl

Der Controller unterstützt

- drei digitale Schnittstellen, die parallel zur Datenausgabe genutzt werden können,
  - Ethernet: ermöglicht eine schnelle nicht echtzeitfähige Datenübertragung (paketbasierter Datentransfer). Es können Messwert- und FFT-Daten übertragen werden. Die Datenausgabe über Ethernet eignet sich für eine Messwert-Erfassung ohne unmittelbare Prozess-Steuerung, für eine nachfolgende Analyse. Die Parametrierung erfolgt durch das Webinterface oder ASCII-Befehle.

[13] Das Messobjekt muss sich innerhalb des Arbeitsbereiches befinden.

[14] Gilt für eine Luftspaltmessung  $n \sim 1$ .

- RS422: stellt eine echtzeitfähige Schnittstelle mit geringerer Datenrate bereit.
  - Schalt-/Grenzwertausgang
  - Analoger Ausgang: gibt entweder Spannungs- oder Stromwerte aus.
- Wechseln Sie in das Menü **Einstellungen > Ausgänge > Datenausgabe** und wählen Sie die gewünschten Ausgabekanäle aus.

The screenshot shows a web interface titled 'Datenausgabe'. It contains four toggleable options: 'RS422' (checked with a blue checkmark), 'Ethernet' (unchecked), 'Analogausgang' (unchecked), and 'Schaltausgang' (checked with a blue checkmark). Each option is in a light gray box with a small square icon to its left.

Abb. 6.25: Auswahl der erforderlichen Schnittstellen für die Datenausgabe

### 6.5.7 Einstellungen Ethernet

Ethernet	IP-Einstellungen Grundgerät	statische IP-Adresse / DHCP	Werte für IP-Adresse / Gateway / Subnetz-Maske. Nur bei statischer IP-Adresse
	Einstellungen der Ethernet Messwertübertragung	Server TCP/IP Client TCP/IP Client UDP/IP	Wert für Port

Bei Verwendung einer statischen IP-Adresse sind die Werte für IP-Adresse, Gateway und Subnetz-Maske anzugeben; dies entfällt bei Verwendung von DHCP.

Der Controller ist ab Werk auf die statische IP-Adresse 169.254.168.150 eingestellt.

Der Controller überträgt die Ethernetpakete mit einer Übertragungsrate von 10 MBit/s oder 100 MBit/s. Die Übertragungsrate wird je nach angeschlossenem Netzwerk oder PC automatisch ausgewählt.

Alle Ausgabewerte und zusätzlich zu übertragenden Informationen, die zu einem Zeitpunkt aufgenommen wurden, werden zu einem Messwert-Frame zusammengefasst. Mehrere Messwert-Frames werden zu einem Messwert-Block zusammengefasst. Es wird ein Header an den Anfang zu jedem Messwert-Block hinzugefügt.

Bei der Messwertdatenübertragung sendet der Controller nach erfolgreichem Verbindungsaufbau jeden Messwert (Messwert-Block) an die verbundene Gegenstelle.

Hierfür wird keine ausdrückliche Anforderung benötigt.

Bei Änderungen der übertragenen Daten oder der Framerate wird automatisch ein neuer Header geschickt. Die Dickenmesswerte werden als 32-Bit-signed Integer-Wert mit einer Auflösung von 10 pm übertragen.

**Beispiel:** Ausgabe der Messwerte  $7835 = 7,853 \cdot 10^{-5}$  mm.

Dieser Messwert-Block kann je nach Größe des FFT-Signals auch aus mehreren Ethernetpaketen bestehen.

## 6.6 Systemeinstellungen

### 6.6.1 Einheit im Webinterface

Einstellung der Einheit für die Darstellung auf der Webseite und für alle einheitenbehafteten Eingabeparameter. Es kann zwischen mm und Zoll gewählt werden.

i Die Datenausgabe über Ethernet/Analogausgang wird davon nicht beeinflusst.

Das Webinterface unterstützt in der Darstellung der Messergebnisse die Einheit  $10^1$  Pikometer.

### 6.6.2 Sprachunterstützung

Als Sprache ist im Webinterface u. a. Deutsch oder Englisch möglich. Wechseln Sie die Sprache in der Menüleiste.

Die ASCII-Hilfe unterstützt Sie in englischer Sprache.

### 6.6.3 Tastensperre

Die Tastensperre verhindert unbefugtes oder ungewolltes Ausführen der Tastenfunktionen. Eine Tastensperre kann individuell für die Taste `Multifunction` eingerichtet werden.

Tastensperre	<i>automatisch</i>	Wert (1 ... 60 min)	<i>Die Tastenfunktion wird nach Ablauf einer definierten Zeit blockiert.</i>
	<i>Aktiv</i>		<i>Die Tastenfunktion wird unmittelbar blockiert</i>
	<i>inaktiv</i>		<i>Keine Tastensperre</i>

Ab Werk ist die Taste `Multifunction` mit keiner Tastensperre belegt.

### 6.6.4 Laden und Speichern

Sie können Geräteeinstellungen im Controller speichern oder gespeicherte Einstellungen aktivieren. Details dazu finden Sie im Abschnitt [Laden und Speichern](#), siehe [Kap. 5.9](#).

### 6.6.5 Import, Export

Ein Parametersatz umfasst die aktuellen Mess- und Geräteeinstellungen (Setups) und das initiale Setup beim Booten des Controllers. Das Menü `Import & Export` erlaubt einen einfachen Austausch von Parametersätzen mit einem PC/Notebook.

Parametersatz mit PC/Notebook austauschen, Möglichkeiten		
Parametersatz auf PC speichern		Parametersatz von PC laden
Menü <code>Import &amp; Export</code>		Menü <code>Import &amp; Export</code>
<p>Klicken Sie mit der linken Maustaste auf die Schaltfläche <code>Parametersatz erstellen</code>.</p> <p>Es öffnet sich der Dialog <code>Daten zum Exportieren wählen</code>.</p> <p>Durch Anwahl/Abwahl in den Checkboxes stellen Sie einen Parametersatz zusammen.</p> <p>Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Datei übertragen</code>.</p> <p>Es öffnet sich ein Windows-Dialog zum Dateitransfer.</p> <p>Quittieren Sie den Dialog mit <code>OK</code>.</p> <p>Das Betriebssystem legt den Parametersatz im Bereich <code>Download</code> ab. Der Dateiname für das nebenstehende Beispiel lautet damit <code>&lt;... \Downloads \IMC5xxx_BASICSETTINGS_MEASSETTINGS_... .JSON&gt;</code></p>	<p><b>Daten zum Exportieren wählen</b></p> <p>Setups</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> F2014</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> T2_M</p> <p>Materialtabelle</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MATERIALTABLE</p> <p>Initiales Setup beim Booten</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> T2_M</p> <p>Allgemeine Sensoreinstellungen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Allgemeine Sensoreinstellungen</p> <p><b>Datei übertragen</b></p>	<p>Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Durchsuchen</code>.</p> <p>Es öffnet sich ein Windows-Dialog zur Dateiauswahl.</p> <p>Wählen Sie die gewünschte Datei aus und klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Öffnen</code>.</p> <p>Es öffnet sich der Dialog <code>Daten zum Importieren</code>.</p> <p>Durch Anwahl/Abwahl in den Checkboxes bestimmen Sie die durchzuführenden Aktionen.</p> <p>Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Parametersatz übertragen</code>.</p> <p>Dafür müssen sowohl die Firmware-Version als auch die Optionsnummer des Controllers übereinstimmen.</p>

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

## Aktionen beim Importieren:

- ☐ Vorhandene Setups (mit gleichem Namen) überschreiben
- ☐ Einstellungen des importierten Boot-Setups übernehmen

### 6.6.6 Zugriffsberechtigung, Login, Logout

Die Vergabe eines Passwortes verhindert unbefugtes Ändern von Einstellungen. Im Auslieferungszustand ist der Passwortschutz nicht aktiviert, die Benutzerebene *Experte* ist aktiv. Nach erfolgter Konfiguration sollte der Passwortschutz aktiviert werden. Das Standard-Passwort für die Expertenebene lautet „000“.

- i Das Standard-Passwort oder ein benutzerdefiniertes Passwort wird durch ein Software-Update nicht geändert. Das Experten-Passwort ist unabhängig vom Setup und wird damit auch nicht mit dem Setup zusammen geladen oder gespeichert.

Für den Bediener sind folgende Funktionen zugänglich:

Aktion	Bediener	Experte
Passwort erforderlich	nein	ja
Einstellungen ansehen	ja	ja
Einstellungen ändern, Passwort ändern	nein	ja
Messwerte, Videosignal ansehen	ja	ja
Skalierung Diagramme	ja	ja
Werkseinstellung setzen	nein	ja

Tab. 6.5: Rechte in der Benutzerhierarchie

Abb. 6.26: Wechsel in die Benutzerebene Experte

#### Wechsel in die Benutzerebene Experte

- Wechseln Sie in den Reiter *Einstellungen* > *Systemeinstellungen* > *Zugriffsberechtigung*.
- Tippen Sie das Standard-Passwort „000“ oder ein benutzerdefiniertes Passwort in das Feld *Passwort für die Anmeldung* ... ein und klicken Sie auf die Schaltfläche *Passwort für die Anmeldung*.

Die Benutzerverwaltung ermöglicht die Vergabe eines benutzerdefinierten Passwortes in der Betriebsart *Experte*.

Passwort	Wert	Bei allen Passwörtern wird die Groß/Kleinschreibung beachtet, Zahlen sind erlaubt. Sonderzeichen sind nicht zugelassen.
Benutzerlevel beim Neustart	Bediener / Experte	Legt die Benutzerebene fest, mit der nach dem Wiedereinschalten gestartet wird. Micro-Epsilon empfiehlt hier die Auswahl Experte.

### 6.6.7 Controller rücksetzen

In diesem Menübereich können Sie einzelne Einstellungen auf die Werkseinstellung zurücksetzen. Dieses Menü erfordert den Benutzerlevel Experte.

Messeinstellungen	Setzt das Preset auf Dickenmessung Glas und alle Parameter (ausgenommen Schnitstelleneinstellungen) auf die Werkseinstellung zurück.
Geräteeinstellungen	Ethernet-Schnittstelle auf Werkseinstellung zurücksetzen.
Zurücksetzen Materialdatenbank	Materialtabelle auf Werkseinstellungen zurücksetzen.
Alles rücksetzen	Setzt die Geräte- und die Messeinstellungen auf die Werkseinstellungen zurück.
Controller neu starten	Startet den Controller mit den zuletzt gespeicherten Einstellungen

### 6.6.8 Lichtquelle

Sie können die LED (Lichtquelle) ein- oder ausschalten.

- Wechseln Sie in das Menü `Einstellungen > Systemeinstellungen > Lichtquelle`.

Alternativ können Sie der Taste `Multifunction` am Controller die Funktion zuweisen und die Lichtquelle so ein- oder ausschalten.

### 6.6.9 Materialtabelle

Dieser Menüpunkt ermöglicht es Ihnen, die Einstellungen der aufgelisteten Materialien zu vergleichen oder ein neues Material hinzuzufügen.

- Wechseln Sie in das Menü `Einstellungen > Systemeinstellungen` und nehmen Sie die Änderungen an der Materialtabelle vor.



Fused Silica	1.459100	1.480900	0.000000	Fused quartz, 570nm, 20C, Malitson et al. 1965	
BK7	1.517600	1.543500	0.000000	N-BK7, 570nm, 20C, SCHOTT	
D263T	1.524200	1.555000	0.000000	D263T eco, 570nm, 20C, SCHOTT	
N-SF6	1.808100	1.908500	0.000000	Dense flint glass, 570nm, 20C, SCHOTT	
LaSF9	1.852700	1.936700	0.000000	Lanthanum dense flint glass, 570nm, 20C, SCHOTT	
Mirror	5.000000	5.000000	0.000000	Placeholder for intransparent reflective material, e.g. mirror	

Für eine Berechnung der Abstände und Dicken ist auch die Oberfläche des nachfolgenden Materials erforderlich.

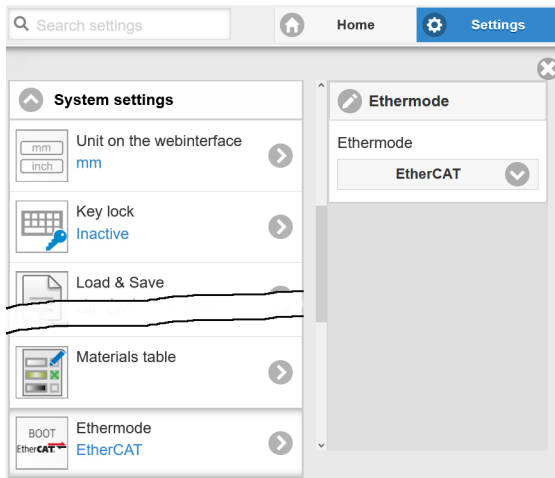
- Klicken Sie auf das Symbol, um einen bestehenden Eintrag zu ändern
- Klicken Sie auf das Symbol, um ein weiteres Material zu ergänzen.
- Klicken Sie auf das Symbol, um ein weiteres oder geändertes Material zu speichern.
- Klicken Sie auf das Symbol, um den Vorgang ohne Speichern abzubrechen.
- Klicken Sie auf das Symbol, um den Eintrag zu löschen.

### 6.6.10 Wechsel Ethernet EtherCAT

Diese Einstellung bestimmt das Verbindungsprotokoll, wenn der Controller gestartet wird. Die Umschaltung zwischen Ethernet und EtherCAT ist auch über einen ASCII-Befehl oder EtherCAT-Objekt möglich.

Speichern Sie vor dem Wechsel zu EtherCAT die aktuellen Einstellungen.

- Wechseln Sie in das Menü **Einstellungen > Systemeinstellungen** und wählen Sie **EtherCAT** als Schnittstelle aus.



- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Einstellungen speichern**.

Die Umschaltung erfolgt erst nach einem Neustart des Controllers. Das Webinterface ist im Betrieb EtherCAT nicht verfügbar.

Die RS422-Schnittstelle für das Senden eines ASCII-Befehls ist sowohl im Ethernet-Mode als auch im EtherCAT-Mode verfügbar.

## 7 Dickenmessung

### 7.1 Voraussetzungen

Für eine einseitige Dickenmessung eines transparenten Messobjektes wertet der Controller die Interferenz der beiden reflektierten Signale an den Oberflächen aus und bestimmt damit die Dicke.

- Richten Sie den Sensor senkrecht auf das zu messende Objekt. Achten Sie darauf, dass sich das Messobjekt in der Nähe des Arbeitsabstandes befindet.

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

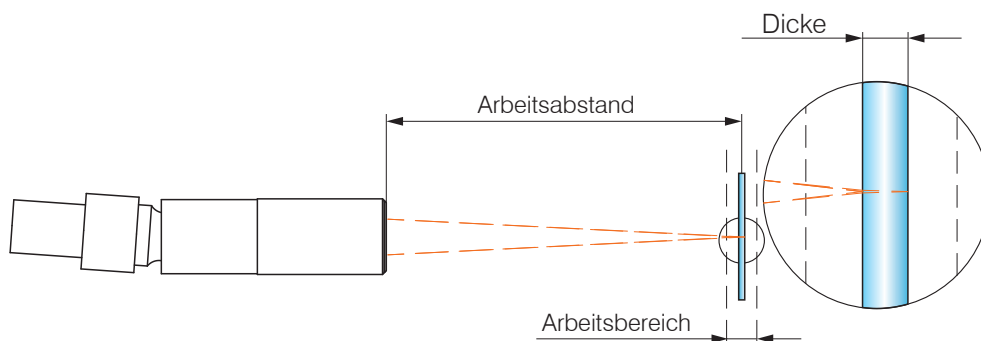


Abb. 7.1: Einseitige Dickenmessung an einem transparenten Messobjekt

Minimale Messobjektdicke	1 $\mu\text{m}$ ( $n = 1,5$ )
Maximale Messobjektdicke	100 $\mu\text{m}$ ( $n = 1,5$ )
Minimale Luftdicke	1,5 $\mu\text{m}$
Maximale Luftdicke	150 $\mu\text{m}$

### 7.2 Auswahl des Sensors

Eine Dickenmessung ist nur mit Sensoren der Modellreihe IMP-VIS-THxx möglich.

- Gehen Sie in das Menü `Einstellungen > Sensor`.

### 7.3 Materialauswahl

Für die Berechnung eines korrekten Dickenmesswertes ist die Angabe des Materials unerlässlich. Dazu muss der Phasenindex und Gruppenbrechungsindex bekannt sein.

- Wechseln Sie in das Menü `Einstellungen > Messwertaufnahme > Materialauswahl`.
- Wählen Sie für `Schicht 1` und evtl. weitere Schichten den Werkstoff des Messobjektes aus.

### 7.4 FFT-Signal

Befindet sich eine Oberfläche des Messobjekts außerhalb des Messbereichs, liefert der Controller keinen Messwert. Dies kann auch der Fall sein, wenn ein Signal unterhalb der Erkennungsschwelle liegt. Wählen Sie die Erkennungsschwelle mit Bedacht.

Bei der Dickenmessung eines transparenten Materials sind zwei Grenzflächen aktiv. Im FFT-Signal ist aber nur ein Peak sichtbar.



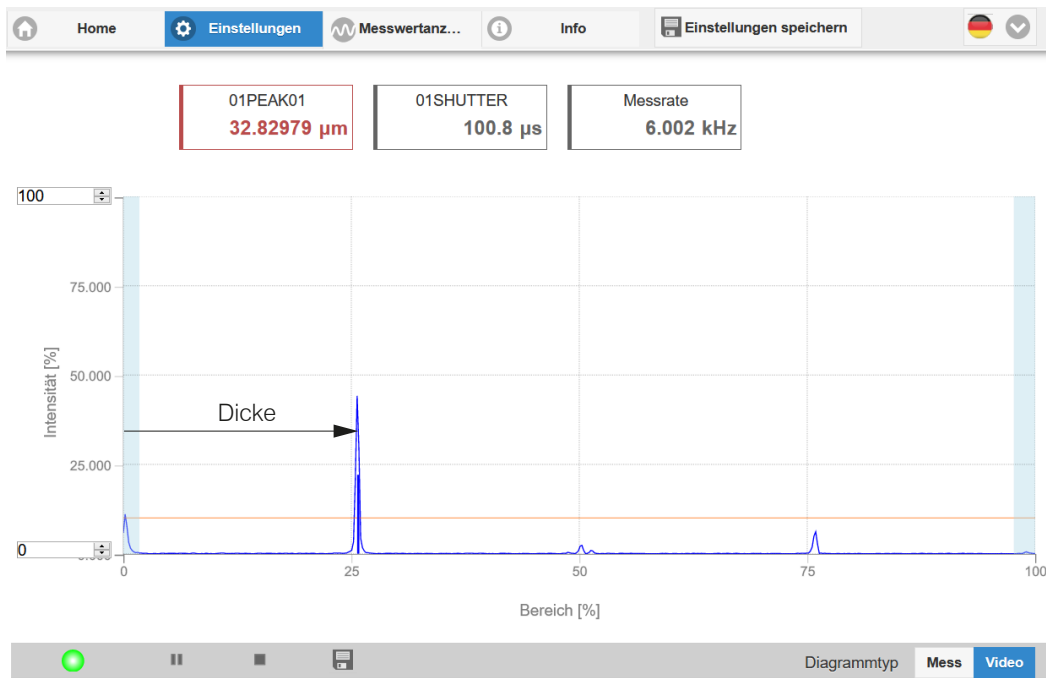


Abb. 7.2: Webseite FFT-Signal (Dickenmessung)

- Wechseln Sie in den Reiter **Messwertanzeige** und wählen Sie als Diagrammtyp **Mess**.

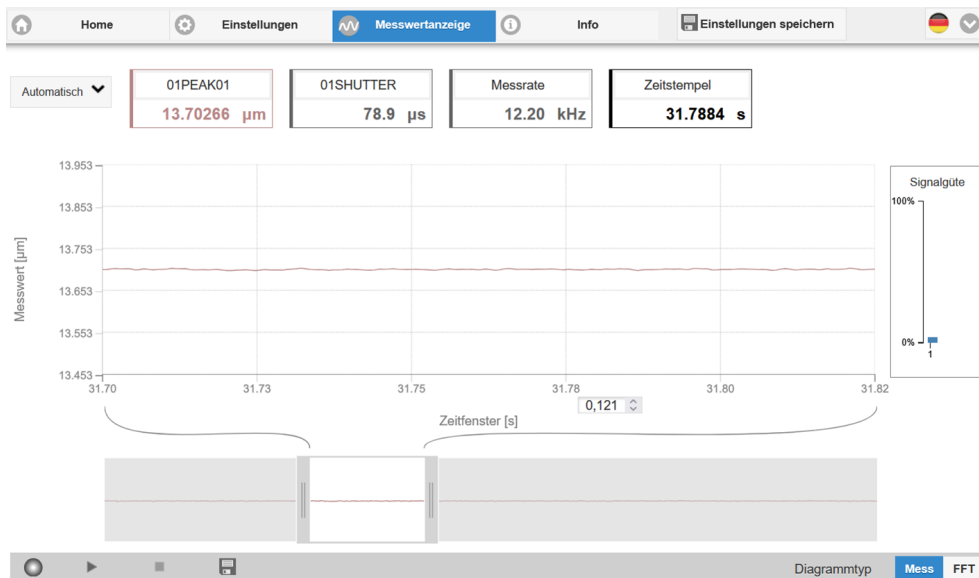


Abb. 7.3: Offlineanalyse Dickenmessergebnisse aus einseitiger Dickenmessung

In der Webseite wird die Dicke grafisch und numerisch gezeigt.

## 8 Digitale Schnittstelle RS422

### 8.1 Messdatenformat

#### 8.1.1 Bitstruktur

Beschreibung	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Datenwert (Messwert) mindestens 2 maximal 5 Byte	1	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	1	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7
	1	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14
	1	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21
	0	0	0	0	D31	D30	D29	D28
Footer	0	F	0	EoF	C	DT		O

- Datenwert
  - 4 Bit minimal
  - 32 Bit maximal
- F (Footer followed)
  - 0. kein weiteres Footer-Byte
  - 1. weiteres Footer-Byte

Bit 5 muss 0 sein, um den Footer von dem Zeichen „>“ unterscheiden zu können.

- EoF (End of Frame)
  - 0. weiteres Paket mit Daten vom aktuellen Frame folgt
  - 1. letztes Paket mit Daten vom aktuellen Frame
- C (Change Bit)

Änderung der Sensor-Konfiguration (nur RS422 Datenausgabe). Wird nach der Ausgabe automatisch zurückgesetzt.

- DT (Data type)
  - 0. Messwerte
  - 1. Videosignale (FFT)
  - 2. reserviert
  - 3. reserviert
- O (Overflow)
  - 0. kein UART-Überlauf
  - 1. UART-Überlauf, die Daten sind gültig, aber es fehlen Datenframes

#### 8.1.2 Beschreibung

Das Format besteht aus einem oder mehreren Datenwerten und einem Footer, welcher das Datenpaket abschließt. In dem 7. Bit jedes Bytes ist das Ende eines Datenwertes und der Footer codiert:

- 1 weiteres Datenbyte folgt
- 0 Ende des Datenwertes oder Footer

Ein nicht gesetztes Bit kennzeichnet das Ende des Datenwertes. Ab dem zweiten nicht gesetzten Bit folgt der Footer.

Ein Mix aus verschiedenen Bitbreiten ist möglich (z. B. 18/32 Bit). Als Datenwerte können auch Videosignale übertragen werden. Die Unterscheidung von Mess- oder Videosignal-Paketen wird über den Data type (DT) realisiert. Ein Videosignal wird immer in einem separaten Datenpaket mit eigenem Footer übertragen. So werden bei zwei Videosignalen + Messwerten also drei Datenpakete inkl. jeweils einem Footer übertragen. Es können pro Messframe mehrere Video-Datenpakete aber nur ein Mess-Datenpaket übertragen werden. Das EoF-Bit im Footer kennzeichnet, ob das gerade übertragene Datenpaket das letzte Paket eines zusammenhängenden Messframes vom Sensor/Controller ist.

Die minimal zu übertragende Bitbreite beträgt 14 Bit, die maximale Breite 32 Bit. Alle nicht verwendeten Bits sind 0. Es erfolgt keine dynamische Änderung der Bitbreiten zwischen mehreren Frames. Änderungen am Datenpaket oder der re-

levanten Konfiguration am Sensor/Controller werden über das Change-Bit (C) angezeigt. Dies betrifft den Messwertframe, der gerade empfangen wurde. Das Change-Bit wird nur für einen Messwertframe gesetzt und automatisch wieder zurückgesetzt. Besteht ein Messwertframe aus mehreren Datenpaketen, ist das Change-Bit in allen Footern gesetzt.

Das Overflow-Bit (O) gibt an, dass zwischen dem aktuellen und dem vorherigen Messwertframe ein oder mehrere Messwertframes nicht übertragen wurden. Das Bit wird pro bemerkten Verlust nur einmalig übertragen und dann wieder zurückgesetzt. Besteht ein Messwertframe aus mehreren Datenpaketen ist das Overflow-Bit in allen Footern gesetzt. Bei dauerhaften Verlusten von Messwertframes ist das Bit dauerhaft gesetzt.

ASCII-Antworten sind nur zwischen dem letzten Datenpaket eines Messframes (gesetztes EoF-Bit) und dem nächsten Datenpaket zulässig.

Die Schnittstelle RS422 hat eine maximale Baudrate von 4000 kBaud. Die Baudrate ist im Auslieferungszustand auf 115,2 kBaud eingestellt. Die Konfiguration erfolgt über ASCII-Befehle oder über das Webinterface.

Die Übertragungseinstellungen von Controller und PC müssen übereinstimmen.

Datenformat: Binär. Schnittstellenparameter: 8 Datenbits, keine Parität, 1 Stoppsbit (8N1). Die Baudrate ist wählbar.

Die Höchstanzahl an Messwerten, die für einen Messpunkt übertragen werden können, hängen von der Controller-Messrate und der eingestellten Übertragungsrate der RS422-Schnittstelle ab. Soweit wie möglich sollte die höchste vorhandene Übertragungsrate (Baudrate) verwendet werden.

Eine parallele Ausgabe von Messdaten über RS422 und Ethernet ist möglich.

### 8.1.3 Beispiele

#### Videosignal 1

Beschreibung	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Pixel 1 (14 Bit)	1	D00 ... D06						
	0	D07 ... D13						
Pixel n (14 Bit)	1	D00 ... D06						
	0	D07 ... D13						
Pixel 512 (14 Bit)	1	D00 ... D06						
	0	D07 ... D13						
Footer	0	0	0	0	0	0	1	0

#### Videosignal 2

Beschreibung	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Pixel 1 (14 Bit)	1	D00 ... D06						
	0	D07 ... D13						
Pixel n (14 Bit)	1	D00 ... D06						
	0	D07 ... D13						
Pixel 512 (14 Bit)	1	D00 ... D06						
	0	D07 ... D13						
Footer	0	0	0	0	0	0	1	0

#### Messwerte

Beschreibung	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Messwert (32 Bit)	1	D00 ... D06						
	1	D07 ... D13						
	1	D14 ... D20						
	1	D21 ... D27						
	0	0	0	0	D28 ... D31			
Footer	0	0	0	1	0	0	0	0

ASCII Antwort:

*ECHO OFF*!n->

Videosignal 1

Beschreibung	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Pixel 1 (14 Bit)	1	D00 ... D06						
	0	D07 ... D13						
Pixel n (14 Bit)	1	D00 ... D06						
	0	D07 ... D13						
Pixel 512 (14 Bit)	1	D00 ... D06						
	0	D07 ... D13						
Footer	0	0	0	0	0	0	1	0

## 8.2 Ausgabewerte, Skalierung

Signalname	min	max	scale	Unit
01ABS (2048 x 16Bit)	0	2047	value / 2048 * 100	%
01SHUTTER	1	400000	value / 40	µs
01ENCODER1	0	UINT32_MAX	value	Encoder Ticks
01ENCODER2	0	UINT32_MAX	value	Encoder Ticks
01ENCODER3	0	UINT32_MAX	value	Encoder Ticks
01AMOUNT[01..16]	0	UINT32_MAX	(value & 0xffff) / 2048* // Intensität value >>20 // Pixel des Schwerpunkts	% Pixel
MEASRATE	1666	400000	40000 / value	kHz
TIMESTAMP	0	UINT32_MAX	value	µs

Signalname	min	max	scale	Unit
COUNTER	0	UINT32_MAX	value	
STATE	0	UINT32_MAX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Zustand Encoder 2 Spur Index</li> <li>• Bit 1: Zustand Encoder 2 Spur B</li> <li>• Bit 2: Zustand Encoder 2 Spur A</li> <li>• Bit 3: Zustand Encoder 1 Spur Index</li> <li>• Bit 4: Zustand Encoder 1 Spur B</li> <li>• Bit 5: Zustand Encoder 1 Spur A</li> <li>• Bit 7: Zustand TriggerIn</li> <li>• Bit 8: Schaltausgang 1 aktiv</li> <li>• Bit 9: Zustand Schaltausgang 1</li> <li>• Bit 10: Schaltausgang 2 aktiv</li> <li>• Bit 11: Zustand Schaltausgang 2</li> <li>• Bit 12: Sync/Trig aktiv</li> <li>• Bit 13: Zustand Sync/Trig</li> <li>• Bit 15: getriggertes Frame</li> <li>• Bit 16, 17: Intensität-LED <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 00 - aus</li> <li>◦ 01 - grün</li> <li>◦ 10 - rot</li> <li>◦ 11 - gelb</li> </ul> </li> <li>• Bit 18, 19: Range-LED <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 00 - aus</li> <li>◦ 01 - grün</li> <li>◦ 10 - rot</li> <li>◦ 11 - gelb</li> </ul> </li> <li>• Bit 20, 21: LED-LED <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 00 - aus</li> <li>◦ 01 - grün</li> <li>◦ 10 - rot</li> <li>◦ 11 - gelb</li> </ul> </li> <li>• Bit 24, 25: State-LED <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 00 - aus</li> <li>◦ 01 - grün</li> <li>◦ 10 - rot</li> <li>◦ 11 - gelb</li> </ul> </li> <li>• Bit 26: EtherCAT IN Link-LED</li> <li>• Bit 27: EtherCAT IN Speed-LED</li> <li>• Bit 28: Ethernet Link-LED</li> <li>• Bit 29: Ethernet Speed-LED</li> </ul>	
01PEAK[01..16]	INT32_MIN	0x7fffff	value / 1000000000 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0x7ffff04 es ist kein Peak vorhanden</li> <li>• 0x7ffff05 Peak liegt vor dem Messbereich (MB)</li> <li>• 0x7ffff06 Peak liegt nach dem Messbereich (MB)</li> <li>• 0x7ffff07 Messwert kann nicht berechnet werden</li> <li>• 0x7ffff08 Messwert nicht auswertbar</li> <li>• 0x7ffff0E Hardware Fehler</li> </ul>	mm
USERNAMED VALUES	INT32_MIN	0x7fffff	wie 01PEAK[01..16]	mm

## 9 Ethernet-Schnittstelle

### 9.1 Messdatenübertragung an einen Messwertserver über Ethernet

Bei der Messwertdatenübertragung an einen Messwertserver sendet der Controller nach erfolgreichen Verbindungsaufbau (TCP oder UDP) jeden Messwert an den Messwertserver oder an den verbundenen Client. Dafür ist keine explizite Anforderung erforderlich.

Alle Abstände und zusätzlich zu übertragenden Informationen, die zu einem Zeitpunkt aufgenommen wurden, werden zu einem Messwert-Frame zusammengefasst. Mehrere Messwert-Frames werden zu einem Messwert-Block zusammengefasst, welcher einen Header erhält und in ein TCP/IP oder UDP/IP Paket passt. Der Header steht zwingend am Anfang eines UDP- oder TCP-Pakets. Bei Änderungen der übertragenen Daten oder der Framerate wird automatisch ein neuer Header geschickt.

Alle Messdaten und der Header werden im Little Endian Format übertragen.

Der Aufbau eines Header ist für Video- und Messdatentransfer gleich.

Header-Eintrag	Beschreibung
Präambel	uint32_t - 0x41544144 "DATA"
Artikel-Nummer	
Serien-Nummer	
Länge Videodaten	[Byte]
Länge Messdaten	[Byte]
Frame Anzahl	Anzahl an Frames, die dieser Header abdeckt. Bei Videoausgabe ist das Feld für Anzahl der Messdatenframes im Paket auf eins gesetzt.
Counter	Zähler über die Anzahl der verarbeiteten Messwerte

Beispiel: Die Daten für Encoder 2, Dickenwert und Zähler werden übertragen.

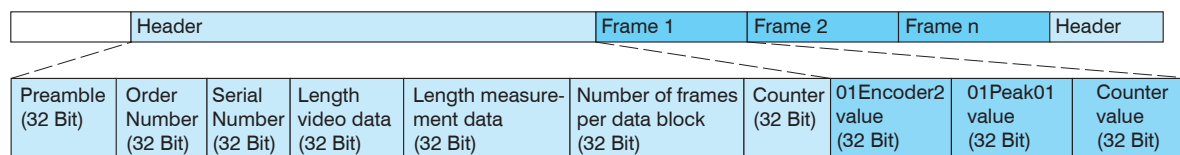


Abb. 9.1: interferometer Beispiel Daten Frame Ethernet 157x20 cmyk AI

### 9.2 Ausgabewerte, Skalierung

Signalname	min	max	scale	Unit
01ABS (2048 x 16Bit)	0	2047	value / 2048 * 100	%
01SHUTTER	1	400000	value / 40	µs
01ENCODER1	0	UINT32_MAX	value	Encoder Ticks
01ENCODER2	0	UINT32_MAX	value	Encoder Ticks
01ENCODER3	0	UINT32_MAX	value	Encoder Ticks
01AMOUNT[01..16]	0	UINT32_MAX	(value & 0xffff) / 2048* // Intensität value >>20 // Pixel des Schwerpunkts	% Pixel
MEASRATE	1666	400000	40000 / value	kHz
TIMESTAMP	0	UINT32_MAX	value	µs

Signalname	min	max	scale	Unit
COUNTER	0	UINT32_MAX	value	
STATE	0	UINT32_MAX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Zustand Encoder 2 Spur Index</li> <li>• Bit 1: Zustand Encoder 2 Spur B</li> <li>• Bit 2: Zustand Encoder 2 Spur A</li> <li>• Bit 3: Zustand Encoder 1 Spur Index</li> <li>• Bit 4: Zustand Encoder 1 Spur B</li> <li>• Bit 5: Zustand Encoder 1 Spur A</li> <li>• Bit 7: Zustand TriggerIn</li> <li>• Bit 8: Schaltausgang 1 aktiv</li> <li>• Bit 9: Zustand Schaltausgang 1</li> <li>• Bit 10: Schaltausgang 2 aktiv</li> <li>• Bit 11: Zustand Schaltausgang 2</li> <li>• Bit 12: Sync/Trig aktiv</li> <li>• Bit 13: Zustand Sync/Trig</li> <li>• Bit 15: getriggertes Frame</li> <li>• Bit 16, 17: Intensität-LED <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 00 - aus</li> <li>◦ 01 - grün</li> <li>◦ 10 - rot</li> <li>◦ 11 - gelb</li> </ul> </li> <li>• Bit 18, 19: Range-LED <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 00 - aus</li> <li>◦ 01 - grün</li> <li>◦ 10 - rot</li> <li>◦ 11 - gelb</li> </ul> </li> <li>• Bit 20, 21: LED-LED <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 00 - aus</li> <li>◦ 01 - grün</li> <li>◦ 10 - rot</li> <li>◦ 11 - gelb</li> </ul> </li> <li>• Bit 24, 25: State-LED <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 00 - aus</li> <li>◦ 01 - grün</li> <li>◦ 10 - rot</li> <li>◦ 11 - gelb</li> </ul> </li> <li>• Bit 26: EtherCAT IN Link-LED</li> <li>• Bit 27: EtherCAT IN Speed-LED</li> <li>• Bit 28: Ethernet Link-LED</li> <li>• Bit 29: Ethernet Speed-LED</li> </ul>	
01PEAK[01..16]	INT32_MIN	0x7fffff	value / 1000000000 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0x7ffff04 es ist kein Peak vorhanden</li> <li>• 0x7ffff05 Peak liegt vor dem Messbereich (MB)</li> <li>• 0x7ffff06 Peak liegt nach dem Messbereich (MB)</li> <li>• 0x7ffff07 Messwert kann nicht berechnet werden</li> <li>• 0x7ffff08 Messwert nicht auswertbar</li> <li>• 0x7ffff0E Hardware Fehler</li> </ul>	mm
USERNAMED VALUES	INT32_MIN	0x7fffff	wie 01PEAK[01..16]	mm

## 10 Haftungsausschluss

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

Micro-Epsilon übernimmt keinerlei Haftung für Schäden, Verluste oder Kosten, die z.B. durch

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

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

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

Für Reparaturen ist ausschließlich Micro-Epsilon zuständig. Es ist nicht gestattet, eigenmächtige bauliche und/oder technische Veränderungen oder Umbauten am Produkt vorzunehmen. Im Interesse der Weiterentwicklung behält sich Micro-Epsilon das Recht auf Änderung der Konstruktion beziehungsweise der Firmware vor.

Im Übrigen gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen der Micro-Epsilon, die unter Impressum | Micro-Epsilon <https://www.micro-epsilon.de/impressum/> abgerufen werden können.



## 11 Service, Reparatur

Bei einem Defekt am Sensor, Controller oder des Sensorkabels:

- Speichern Sie nach Möglichkeit die aktuellen Sensoreinstellungen 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 Str. 15  
94496 Ortenburg / Deutschland

Tel: +49 (0) 8542 / 168-0  
Fax: +49 (0) 8542 / 168-90  
[info@micro-epsilon.de](mailto:info@micro-epsilon.de)  
[www.micro-epsilon.com/contact/worldwide/](http://www.micro-epsilon.com/contact/worldwide/)  
<https://www.micro-epsilon.de>

## 12 Außerbetriebnahme, Entsorgung

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

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

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

- Altgeräte, die mit einer durchgestrichenen Mülltonne gekennzeichnet sind, dürfen nicht in den normalen Betriebsmüll (z.B. die Restmülltonne oder die gelbe Tonne) und sind getrennt zu entsorgen. Dadurch werden Gefahren für die Umwelt durch falsche Entsorgung vermieden und es wird eine fachgerechte Verwertung der Altgeräte sichergestellt.



- Eine Liste der nationalen Gesetze und Ansprechpartner in den EU-Mitgliedsstaaten finden Sie unter [https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-electrical-and-electronic-equipment-weee\\_en](https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-electrical-and-electronic-equipment-weee_en). Hier besteht die Möglichkeit, sich über die jeweiligen nationalen Sammel- und Rücknahmestellen zu informieren.

- Altgeräte können zur Entsorgung auch an Micro-Epsilon an die im Impressum unter <https://www.micro-epsilon.de/impressum> angegebene Anschrift zurückgeschickt werden.

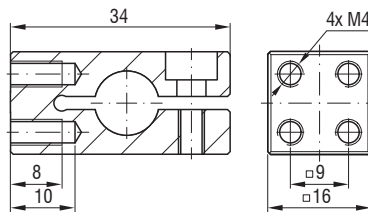
- Wir weisen darauf hin, dass Sie für das Löschen der messspezifischen und personenbezogenen Daten auf den zu entsorgenden Altgeräten selbst verantwortlich sind.

- Unter der Registrierungsnummer WEEE-Reg.-Nr. DE28605721 sind wir bei der Stiftung Elektro-Altgeräte Register, Nordostpark 72, 90411 Nürnberg, als Hersteller von Elektro- und/ oder Elektronikgeräten registriert.

## 13 Zubehör, Serviceleistungen

### Montageadapter

MA5400-10



Montageadapter für Sensoren IMP-TH

### Sonstiges Zubehör

SC2471-3/IF2008ETH

Verbindungskabel zwischen Controller und IF2008/ETH, Länge 3 m

SC2471-x/IF2008

Verbindungskabel zwischen Controller und IF2008/PCIE oder IF2004/USB, Länge 3 m oder 10 m

SC2471-x/RS422/OE

Schnittstellenkabel für Interface IF2035, Länge 3 m oder 10 m

IF2001/USB



IF2001/USB Einkanal RS422/USB Konverter

Anschlüsse: 1x Buchsenleiste 10-pol. (Kabelklemme) Typ Würth 691361100010, 1x Buchsenleiste 6-pol. (Kabelklemme) Typ Würth 691361100006

IF2004/USB



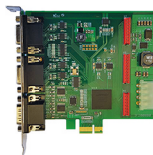
4-fach Umsetzer von RS422 auf USB passend für Kabel PC/SC2700-3/IF2008; inklusive Treiber, Anschlüsse: 2xSub-D, 1xKlemmleiste

IF2008/ETH



8-fach RS422 zu Ethernet Umsetzer mit industrial M12 Stecker/Buchse zum Anschluss von bis zu 8 Sensoren; zusätzlich 4 programmierbare Schaltein- und Schaltausgänge TTL / HTL Logik

IF2008/PCIE



Interfacekarte IF2008/PCIE für die synchrone Erfassung von 4 digitalen Sensorsignalen oder 2 Encoder. In Verbindung mit IF2008E können insgesamt 6 digitale Sensor-Signale, 2 Encoder, 2 analoge Signale und 8 I/O Signale synchron erfasst werden.

IF2035-EtherCAT  
IF2035-PROFINET  
IF2035-EtherNet/IP



Schnittstellenmodul zur Anbindung an EtherCAT, PROFINET oder EtherNet/IP eines Micro-Epsilon Sensors mit RS485 oder RS422-Schnittstelle; Hutschienengehäuse, inkl. Gerätebeschreibungsfdatei zur Softwareeinbindung in der SPS

PS2020



Netzteil für Hutschienenmontage  
Eingang 230 VAC, Ausgang 24 VDC/2,5 A

## 14 Werkseinstellung

Benutzergruppe: Experte, Passwort: „000“
Datenausgabe: Webinterface
RS422: 115,2 KBAud
Triggermodus: kein Trigger
Sprache: de
Synchronisation: keine Synchronisation
Tastenfunktion 1: LED ein/aus

Messwertmittelung: Median, 3 Werte
Fehlerbehandlung: Fehlerausgabe, kein Messwert
Ethernet: Statische IP, 169.254.168.150
Messrate: 1 kHz
Einheit im Webinterface: $\mu\text{m}$
Datenreduktion: keine
Tastenfunktion 2: inaktiv

Eine Übersicht über alle Parameter finden Sie im Menü `Info > Systemübersicht`.

Preset: Dickenmessung Glas

## 15 ASCII-Kommunikation mit Controller

### 15.1 Generell

Die ASCII-Befehle können über die Schnittstellen RS422 oder Ethernet (Port 23) an den Sensor/Controller gesendet werden. Alle Befehle, Eingaben und Fehlermeldungen erfolgen in Englisch. Ein Befehl besteht immer aus dem Befehlsnamen und Null oder mehreren Parametern, die durch Leerzeichen getrennt sind und mit LF abgeschlossen werden. Wenn Leerzeichen in Parametern verwendet werden, so ist der Parameter in Anführungszeichen zu setzen, z. B. „Passwort mit Leerzeichen“.

Beispiel: Ausgabe über RS422 einschalten

OUTPUT RS422 <Enter>

Hinweis	<Enter>	Muss LF beinhalten, kann aber auch CR LF sein
Erklärung	<LF>	Zeilenvorschub (line feed, hex 0A)
	<CR>	Wagenrücklauf (carriage return, hex 0D)
	<Enter>	Je nach System hex 0A oder hex 0D0A

Der aktuell eingestellte Parameterwert wird zurückgegeben, wenn ein Befehl ohne Parameter aufgerufen wird.

Das Ausgabe-Format ist:

<Befehlsname> <Parameter1> [<Parameter2> [...]]

Die Antwort kann ohne Änderungen wieder als Befehl für das Setzen des Parameters verwendet werden. Optionale Parameter werden nur dann mit zurückgegeben, wenn die Rückgabe nötig ist.

Nach der Verarbeitung eines Befehls wird immer ein Zeilenumbruch und ein Prompt („->“) zurückgegeben. Im Fehlerfall steht vor dem Prompt eine Fehlermeldung, die mit „Exx“ beginnt, wobei xx für eine eindeutige Fehlernummer steht. Außerdem können anstatt von Fehlermeldungen auch Warnmeldungen („Wxx“) ausgegeben werden. Diese sind analog zu den Fehlermeldungen aufgebaut. Bei Warnmeldungen wurde der Befehl trotzdem ausgeführt.

### 15.2 Übersicht Befehle

Gruppe	Befehl	Kurzinfo
<b>Allgemein</b>		
	HELP	Hilfe
	GETINFO	Controllerinformation
	ECHO	Antworttyp
	PRINT	Parameterübersicht
	SYNC	Synchronisation
	TERMINATION	Terminierungswiderstand
	RESET	Sensor booten
	RESETCNT	Zähler rücksetzen
<b>Benutzerebene</b>		
	LOGIN	Wechsel der Benutzerebene
	LOGOUT	Wechsel in die Benutzerebene user
	GETUSERLEVEL	Abfrage der Benutzerebene
	STDUSER	Einstellen des Standardnutzers
	PASSWD	Kennwort ändern
<b>Sensor</b>		
	SENSORTABLE	Anzeige verfügbarer Sensoren, Linearisierungstabellen
	SENSORHEAD	Auswahl des Sensors
	SENSORINFO	Informationen zum Sensor
	LED	Stand der LED
<b>Triggerung</b>		

Gruppe	Befehl	Kurzinfo
	TRIGGERSOURCE	Triggerquelle
	TRIGGERAT	Wirkung des Triggereingangs
	TRIGGERMODE	Triggerart
	TRIGGERLEVEL	Aktivpegel des Triggereingangs
	TRIGGERSW	Erzeugen eines Softwaretriggersignals
	TRIGGERCOUNT	Anzahl auszugebender Messwerte
	TRIGINLEVEL	Pegel für den TrigIn (TTL / HTL)
	TRIGGERENCMAX	Maximum Encodertriggerung
	TRIGGERENCMIN	Minimum Encodertriggerung
	TRIGGERENCSTEPsize	Schrittweite Encodertriggerung
<b>Encoder</b>		
	ENCINTERPOLn	Einstellung Interpolationstiefe
	ENCREFn	Einstellung Referenzspur
	ENCVALUEn	Einstellung Encoderwert
	ENCSET	Encoderwert setzen
	ENCRESET	Reset Encoderwert
	ENCMAxN	Setzen des maximalen Encoderwertes
	ENCODER3	Encoder3 An/Aus
<b>Schnittstellen</b>		
	IPCONFIG	Einstellungen Ethernet
	MEASTRANSFER	Einstellung des Messwertservers
	BAUDRATE	Einstellung RS422
	ETHERMODE	Wechsel Ethernet EtherCAT
	MEASCNT_ETH	Messungen pro Frame
	TCPKEEPALIVE	TCP An/Aus
<b>Parameterverwaltung, Einstellungen laden / Speichern</b>		
	BASICSETTINGS	Verbindungseinstellungen laden
	CHANGESSETTINGS	Geänderte Parameter anzeigen
	EXPORT	Parametersätze exportieren
	Befehl IMPORT	Parametersätze importieren
	SETDEFAULT	Werkseinstellungen setzen
	MEASSETTINGS	Messeinstellungen bearbeiten
<b>Messung</b>		
	MEASRATE	Messfrequenz
	ROI	Maskierung des Auswertebereichs
	MIN_THRESHOLD	Mindestschwelle Peakerkennung
	CRITVAL	Critval Wert lesen oder aktualisieren
	PEAKCOUNT	Anzahl Peaks
	MEASPEAK_SORT	Sortierung der Peaks
<b>Materialdatenbank</b>		

Gruppe	Befehl	Kurzinfo
	MATERIALTABLE	Materialtabelle
	MATERIAL	Material auswählen
	MATERIALINFO	Materialeigenschaft anzeigen
	MATERIALEDIT	Materialtabelle editieren
	MATERIALADD	Material ergänzen
	MATERIALMP	Materialzusammensetzung Messobjekt bestimmen
	MATERIAL_INFRONT	Material bzw. Medium vor dem Messobjekt bestimmen
	MATERIALDELETE	Material löschen
	META_MATERIAL	Vorhandene Materialien, Materialnamen
	META_MATERIAL_PROTECTED	Geschützte Materialien
<b>Messwertbearbeitung</b>		
	META_STATISTICSIGNAL	Liste möglicher auszuwählender Statistikschnale
	STATISTICSIGNAL	Auswahl Statistikschnal
	META_STATISTIC	Liste aller aktiven Statistikschnale
	STATISTIC	Auswahl Statistikschnal
	META_MASTERSIGNAL	Liste der möglichen zu parametrisierenden Signale
	MASTERSIGNAL	Parametrisieren der Masterschnale
	META_MASTER	Liste möglicher Signale für das Mastern
	MASTER	Mastern auslösen
	COMP	Berechnung im Kanal
	META_COMP	Liste möglicher Berechnungsschnale
<b>Datenausgabe</b>		
	OUTPUT	Auswahl Digitalausgang
	OUTREDUCEDEVICE	Ausgabe-Datenrate
	OUTREDUCECOUNT	Reduzierungszähler
	OUTHOLD	Fehlerbehandlung
<b>Auswahl der auszugebenden Messwerte über die Schnittstellen</b>		
	OUT_ETH	Datenauswahl für Ethernet
	META_OUT_ETH	Liste möglicher Signale Ethernet
	GETOUTINFO_ETH	Liste ausgewählter Signale, Reihenfolge über Ethernet
	GETOUTINFO_RS422	Liste ausgewählter Signale, Reihenfolge über RS422
	META_OUT_RS422	Liste möglicher Signale RS422
	OUT_RS422	Datenauswahl für RS422
<b>Schaltausgänge</b>		
	ERROROUTn	Fehler Schaltausgang
	ERRORLIMITSIGNALn	Setzen des auszuwertenden Signales
	META_ERRORLIMITSIGNAL	Liste der möglichen Signale für den Errorausgang
	ERRORLIMITCOMPARETO n	Setzen der Grenzwerte
	ERRORLIMITVALUESn	Setzen des Wertes
	ERRORLEVELOUTn	Schaltverhalten Fehlerausgänge
<b>Analogausgang</b>		
	ANALOGOUT	Datenauswahl für den Analogausgang
	META_ANALOGOUT	Liste möglicher Signale Analogausgang
	ANALOGRANGE	Setzen des Strom-/Spannungsbereichs des Digital-Analog-Wandlers (DAC)
	ANALOGSCALEMODE	Einstellung der Skalierung des DAC
	ANALOGSCALERANGE	Einstellung des Skalierungsbereiches

Gruppe	Befehl	Kurzinfo
<b>Systemeinstellung Tastenfunktionen</b>		
	<a href="#">KEYFUNC1</a>	Aktivierung der Taste Multifunction
	<a href="#">KEYMASTERSIGNALSELECT</a>	Signalauswahl
	<a href="#">KEYLOCK</a>	Auswahl der Tastensperre

### 15.3 Allgemeine Befehle

#### 15.3.1 Allgemein

##### 15.3.1.1 Hilfe

HELP [<Befehl>]

Ausgabe einer Hilfe zu jedem Befehl. Wird kein Befehl angegeben, wird eine allgemeine Hilfe ausgegeben.

##### 15.3.1.2 Controllerinformation

GETINFO

Abfragen der Sensor-Information. Ausgabe siehe untenstehendes Beispiel:

```
->GETINFO
Name:          IMC5200
Serial:        7241xxxxxx
Option:        000
Article:       7311024
MAC-Address:   00-0C-12-01-B4-CE
Version:       009.005.034
Hardware-rev:  01
Boot-version:  004.003
BuildID:       136
Timestamp:     20250214_105301
```

**Name:** Modelname des Controllers / der Controllerreihe  
**Serial:** Seriennummer des Controllers  
**Option:** Optionsnummer des Controllers  
**Article:** Artikelnummer des Controllers  
**MAC-Address:** Adresse des Netzwerkadapters  
**Version:** Version der gebooteten Software  
**Hardware-rev:** Verwendete Hardwarerevision  
**Boot-version:** Version des Bootloaders  
**BuildID:** Identifikationsnummer für die erzeugte Software

##### 15.3.1.3 Antworttyp

ECHO ON | OFF

Der Antworttyp beschreibt den Aufbau einer Befehlsantwort.

**ECHO ON:** Es wird der Befehlsname und die Befehlsantwort oder eine Fehlermeldung ausgegeben.

**ECHO OFF:** Es wird nur die Befehlsantwort oder eine Fehlermeldung zurückgegeben.

##### 15.3.1.4 Parameterübersicht

PRINT ALL



ohne Parameter: Dieser Befehl gibt eine Liste aller Einstellparameter und deren Wert aus.

ALL : Dieser Befehl gibt eine Liste aller Einstellparameter und deren Wert, als auch Informationen wie z. B. Sensortabelle oder GETINFO, aus.

#### 15.3.1.5 Synchronisation

SYNC NONE | MASTER | SLAVE\_SYNTRIG | SLAVE\_TRIGIN

Einstellen der Synchronisationsart:

- NONE: Keine Synchronisation
- MASTER: Controller ist Master, d. h. er gibt Synchronisationsimpulse am Ausgang Sync/Trig aus
- SLAVE\_SYNTRIG: Bei dieser Einstellung ist der Controller der Slave und erwartet Synchron-Impulse von z. B. einem anderen Controller oder einer ähnlichen Impulsquelle am Eingang Sync/Trig.
- SLAVE\_TRIGIN: Controller ist Slave und erwartet Synchron-Impulse von einem Frequenzgenerator am Eingang TrigIn.

Eingang	Verhalten
Sync/Trig	Differenziell
TrigIn	TTL / HTL

Sync/Trig ist alternativ ein Ein- oder ein Ausgang, d. h. es ist darauf zu achten, dass immer einer der Controller auf Master und die anderen auf Slave geschaltet sind.

Außerdem dient der Eingang TrigIn ebenfalls als Triggereingang für die Triggerarten Flanken- und Pegeltriggerung.

Befehl ist in dem SDO 0x35B1 abgebildet.

#### 15.3.1.6 Terminierungswiderstand an Sync/Trig

TERMINATION OFF | ON

Zuschaltung eines Abschlusswiderstandes in der Synchronisationsleitung.

Der Abschlusswiderstand am Synchroneingang Sync/Trig wird aus- oder eingeschaltet, um Reflexionen zu vermeiden.

OFF: Kein Abschlusswiderstand

ON: Mit Abschlusswiderstand

#### 15.3.1.7 Sensor booten

RESET

Der Controller wird neu gestartet.

#### 15.3.1.8 Zähler zurücksetzen

RESETCNT [TIMESTAMP] [MEASCNT]

Der Zähler wird nach Eintreffen der gewählten Triggerflanke zurückgesetzt.

TIMESTAMP: setzt den Zeitstempel zurück

MEASCNT : setzt den Messwertzähler zurück

### 15.3.2 Benutzerebene

#### 15.3.2.1 Wechsel der Benutzerebene

LOGIN <Passwort>

Eingabe des Passwortes, um in eine andere Benutzerebene zu gelangen. Es gibt folgende Benutzerebenen:

- USER: Lesenden Zugriff auf alle Elemente + Benutzung der Web-Diagramme
- PROFESSIONAL: Lesenden/Schreibenden Zugriff auf alle Elemente

### 15.3.2.2 Wechsel in die Benutzerebene

LOGOUT

Setzen der Benutzerebene auf USER.

### 15.3.2.3 Abfrage der Benutzerebene

GETUSERLEVEL

Abfragen der aktuellen Benutzerebene.

Mögliche Ausgaben, [siehe Kap. 15.3.2.1](#), „Wechsel der Benutzerebene“.

### 15.3.2.4 Einstellen des Standardnutzers

STDUSER USER|PROFESSIONAL

Einstellen des Standardbenutzers, der nach dem Systemstart angemeldet ist.

### 15.3.2.5 Kennwort ändern

PASSWD <Altes Passwort> <Neues Passwort> <Neues Passwort>

Ändern des Passwortes für den Benutzer PROFESSIONAL. Das werkseitige Standardpasswort ist „000“.

Es muss dafür das alte und zweimal das neue Passwort angegeben werden. Stimmen die neuen Passworte nicht überein, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Die Passwortfunktion unterscheidet Groß/Kleinschreibung. Ein Passwort darf nur die Buchstaben A bis Z und Zahlen ohne Umlaute/Sonderzeichen enthalten. Die maximale Länge ist auf 31 Zeichen beschränkt.

## 15.3.3 Sensor

### 15.3.3.1 Info zu Linearisierungstabellen

SENSORTABLE

Ausgabe aller verfügbaren (angelernten) Sensoren.

### 15.3.3.2 Sensornummer

SENSORHEAD [<number>]

Auswahl des aktuellen Sensors anhand dessen Position in der Sensortabelle.

### 15.3.3.3 Sensorinformationen

SENSORINFO

Ausgabe der Informationen des Sensor (Name, Messbereich und Seriennummer).

```
->SENSORINFO
Position:           1
Sensor name:        IMP-VIS-TH26
Measurement range:  0.160 mm
Serial number:      12345678

Sensor Type:        Thickness
->
```

### 15.3.3.4 LED

LED [ON | OFF]

Gibt den aktuellen Status der LED an oder schaltet die LED ein bzw. aus.

### 15.3.4 Triggerung

#### 15.3.4.1 Triggerquelle

TRIGGERSOURCE [NONE | SYNCTRIG | TRIGIN | SOFTWARE | ENCODER1 | ENCODER2 | ENCODER3]

Die Triggerquelle löst den Triggervorgang aus.

- NONE: Keine Triggerquelle verwenden
- SYNCTRIG: Verwende den Eingang Sync/Trig
- TRIGIN: Verwende den Eingang TrigIn
- SOFTWARE: Triggerung wird durch das Kommando TRIGGERSW ausgelöst.
- ENCODER1/ENCODER2: Encoder-Triggerung von Encoder 1
- ENCODER3: Triggerung durch Encoder3 (ENCODER3 muss eingeschaltet sein)

#### 15.3.4.2 Ausgabe von getriggerten Werten, mit/ohne Mittelung

TRIGGERAT INPUT | OUTPUT

- INPUT: Triggerung der Messwertaufnahme. In die Mittelwertberechnung gehen unmittelbar vor dem Triggerereignis gemessene Werte nicht ein, stattdessen aber ältere Messwerte, die bei vorhergehenden Triggerereignissen ausgegeben wurden.
- OUTPUT: Triggerung der Messwertausgabe. In die Mittelwertberechnung gehen unmittelbar vor dem Triggerereignis gemessene Werte ein.

#### 15.3.4.3 Triggerart

TRIGGERMODE EDGE | PULSE

Auswahl der Triggerart. Wird nur aktiv, wenn TRIGGERSOURCE auf SYNC oder TRIGIN gesetzt ist.

- PULSE: Pegeltriggerung
- EDGE: Flankentriggerung

#### 15.3.4.4 Aktivpegel des Triggereinganges

TRIGGERLEVEL HIGH | LOW

- HIGH: Flankentriggerung: Steigende Flanke, Pegeltriggerung: High-Aktiv
- LOW: Flankentriggerung: Fallende Flanke, Pegeltriggerung: Low-Aktiv

#### 15.3.4.5 Software - Triggerimpuls

TRIGGERSW

Erzeugt einen Software-Triggerimpuls, wenn die Triggerquelle auf Software eingestellt ist. Bei niedrigen Messraten < 2,4 kHz und ausgewähltem FFT-Signal kann es zu unzuverlässigen Triggerinformationen kommen.

#### 15.3.4.6 Anzahl der auszugebenden Messwerte

TRIGGERCOUNT [NONE | INFINITE | <n>]

- NONE: Stopp der Triggerung
- <n>: Anzahl der auszugebenden Messwerte nach einem Triggerimpuls (bei Flankentriggerung oder Softwaretriggerung)
- Infinite: Start einer unendlichen Messwertausgabe nach einem Triggerimpuls (bei Flankentriggerung oder Softwaretriggerung)

#### 15.3.4.7 Pegelauswahl Triggereingang TrigIn

TRIGINLEVEL TTL | HTL

Die Pegelauswahl gilt nur für den Eingang TrigIn. Der Eingang Sync/Trig erwartet ein differenzielles Signal.

- TTL: Eingang erwartet TTL-Signal.
- HTL: Eingang erwartet HTL-Signal.

#### 15.3.4.8 Maximale Encoder-Triggerung

TRIGGERENCMAX [maximum value]

Maximalen Encoderwert für Triggerung setzen.

Der Wert kann zwischen 0 und  $2^{32}-1$  liegen.

#### 15.3.4.9 Minimale Encoder-Triggerung

TRIGGERENCMIN [<minimum\_value>]

Minimalen Encoderwert für Triggerung setzen.

Der Wert kann zwischen 0 und  $2^{32}-1$  liegen.

#### 15.3.4.10 Schrittweite Encoder-Triggerung

TRIGGERENCSTEPsize [<value\_of\_step\_size>]

Schrittweite zwischen Triggerung setzen.

Wenn der Wert auf 0 gesetzt wird und der Encoderwert zwischen Minimum und Maximum ist, werden alle Werte ausgegeben. Der Wert kann zwischen 0 und  $2^{32}-1$  liegen.

#### 15.3.4.11 Beispiel

Ein Encoder soll eine Triggerung im Controller veranlassen. Dazu wurden an den Encoder folgende Befehle geschickt:

TRIGGERENCMIN 5

TRIGGERENCMAX 35

TRIGGERSTEPsize 10

Ergebnis: Der Encoder startet eine Triggerung bei den Zählwerten 10, 20 und 30.

### 15.3.5 Encoder

#### 15.3.5.1 Encoder-Interpolationstiefe

ENCINTERPOL1 1 | 2 | 4

ENCINTERPOL2 1 | 2 | 4

ENCINTERPOL3 1 | 2 | 4

Setzen der Interpolationstiefe des jeweiligen Encoder-Eingangs.

#### 15.3.5.2 Wirkung der Referenzspur

ENCREF1 [NONE | ONE | EVER]

ENCREF2 [NONE | ONE | EVER]

Einstellung der Wirkung der Encoder-Referenzspur.

- **NONE:** Referenzmarke des Encoders hat keine Wirkung.
- **ONE:** Einmaliges Setzen (beim ersten Erreichen der Referenzmarke wird der Encoderwert übernommen)
- **EVER:** Setzen bei allen Marken (bei jedem Erreichen der Referenzmarke wird der Encoderwert übernommen).

#### 15.3.5.3 Encoderwert

ENCVALUE1 [<Encoderwert>]

ENCVALUE2 [<Encoderwert>]

ENCVALUE3 [<Encoderwert>]

Gibt an, auf welchen Wert der entsprechende Encoder bei Erreichen einer Referenzmarke (oder per Software) gesetzt werden soll.

Der Encoderwert kann zwischen 0 und  $2^{32}-1$  liegen.

Mit dem Setzen des `ENCVALUE` wird automatisch der Algorithmus zum Erkennen der ersten Referenzmarke zurückgesetzt.

#### 15.3.5.4 Encoderwert per Software setzen

`ENCSET 1 | 2 | 3`

Setzen des Encoderwertes, im angegebenen Encoder per Software (nur bei `ENCREF NONE` möglich, ansonsten kehrt der Befehl sofort ohne Fehlermeldung zurück).

#### 15.3.5.5 Rücksetzen der Erkennung der ersten Referenzmarke

`ENCRESET 1 | 2`

Rücksetzen der Erkennung der ersten Referenzmarke (nur bei `ENCREF ONE` möglich, ansonsten kehrt der Befehl sofort ohne Fehlermeldung zurück).

#### 15.3.5.6 Maximaler Encoderwert

`ENCMAX1 <Encoderwert>`

`ENCMAX2 <Encoderwert>`

`ENCMAX3 <Encoderwert>`

Gibt den maximalen Wert des Encoders an, nach welchem der Encoder wieder auf 0 springt. Kann z.B. für Dreh-Encoder ohne Referenzspur verwendet werden.

Der Encoderwert kann zwischen 0 und  $2^{32}-1$  liegen.

#### 15.3.5.7 Encoder3 An/Aus

`ENCODER3 [ON | OFF]`

Ist `Encoder3` eingeschaltet, werden `ENCREF1` und `ENCREF2` auf `NONE` gesetzt.

### 15.3.6 Schnittstellen

#### 15.3.6.1 Ethernet IP-Einstellungen

`IPCONFIG DHCP | (STATIC [<IPAddress> [<Netmask> [<Gateway>]]])`

Einstellen der Ethernet-Schnittstelle.

- **DHCP:** IP-Adresse und Gateway werden automatisch per DHCP abgefragt. Steht kein DHCP-Server zur Verfügung wird nach ca. 2 Minuten eine LinkLocal Adresse gesucht.
- **STATIC:** Setzen einer IP-Adresse, der Netzmaske und des Gateways im Format xxx.xxx.xxx.xxx

Werden IP-Adresse, Netzmaske und/oder Gateway nicht mit angegeben, bleiben deren Werte unverändert.

#### 15.3.6.2 Einstellung zur Ethernet-Messwertübertragung

`MEASTRANSFER [NONE | SERVER/TCP [<PORT>] | (CLIENT/TCP | CLIENT/UDP [<IP> [<Port>]])]`

Zur Messwertausgabe über Ethernet kann der Controller als Server sowie Client betrieben werden.

- **NONE:** Es folgt keine Messwertübertragung über Ethernet.
- **SERVER/TCP:** Der Controller stellt an dem angegebenen Port einen Server bereit, über welchen Messwerte angerufen werden können. Dies ist nur per TCP/IP möglich.
- **CLIENT/TCP:** Der Controller schickt verbindungsorientiert über TCP/IP Messwerte an den angegebenen Server. Die Angabe von IP-Adresse und Port des Servers sind erforderlich, [siehe Kap. 15.3.11.1](#).
- **CLIENT/UDP:** Der Controller schickt verbindungslos über UDP/IP Messwerte an den angegebenen Server. Die Angabe von IP-Adresse und Port des Servers ist erforderlich.
- **IP:** IP-Adresse des Servers, an den die Messwerte im Client-Betrieb gesendet werden
- **Port:** Port, an welchem im Server-Betrieb der Server erstellt wird oder an den im Client-Betrieb die Messwerte gesendet werden (min: 1024, max: 65535).

### 15.3.6.3 Einstellung der RS422-Baudrate

BAUDRATE <Baudrate>

Einstellbare Baudraten in Bps für die RS422-Schnittstelle:

9600, 115200, 230400, 460800, 691200, 921600, 2000000, 3000000, 4000000

### 15.3.6.4 Wechsel Ethernet / EtherCAT

ETHERMODE [ETHERNET | ETHERCAT]

Auswahl, ob der Controller im Ethernet- oder EtherCAT-Modus startet.

Die Einstellung wird erst nach Speichern und Neustart des Controllers aktiv.

### 15.3.6.5 Messungen pro Frame

MEASCNT\_ETH [0 | <count>]

Legen Sie die maximale Frame-Anzahl pro Paket für die Ethernet-Messübertragung fest.

0: Automatische Zuweisung der Frame-Anzahl pro Paket

count: Maximale Anzahl von Frames pro Paket (0 ... 350)

### 15.3.6.6 TCP An/Aus

TCPKEEPALIVE [ON|OFF]

Der Parameter kann folgende Zustände haben:

- ON: Aktiviert die Funktion „tcp keep alive“
- OFF: Deaktiviert die Verwendung von „cp keep alive“

## 15.3.7 Parameterverwaltung, Einstellungen laden/speichern

### 15.3.7.1 Verbindungseinstellungen laden / speichern

BASICSETTINGS READ | STORE

- READ: Liest die Verbindungseinstellungen aus dem Controller-Flash.
- STORE: Speichert die aktuellen Verbindungseinstellungen aus dem Controller-RAM in den Controller-Flash.

### 15.3.7.2 Geänderte Parameter anzeigen

CHANGESSETTINGS

Gibt alle geänderten Einstellungen aus.

### 15.3.7.3 Export von Parametersätzen in PC

EXPORT (MEASSETTINGS <SettingName>) | BASICSETTINGS | MEASSETTINGS\_ALL | ALL)

Exportieren der Sensoreinstellungen.

- MEASSETTINGS: Es werden nur Messeinstellungen mit dem Namen <Einstellungsname> übertragen.
- BASICSETTINGS: Es werden nur die Geräteeinstellungen übertragen.
- MEASSETTINGS\_ALL: Es werden alle Messeinstellungen übertragen.
- ALL: Es werden alle Geräte- und Messeinstellungen übertragen.

### 15.3.7.4 Import von Parametersätzen aus PC

IMPORT [FORCE] [APPLY] <ImportData>

Laden von Parametern aus externem Gerät, z. B. PC.

Die Import-Datei ist eine zuvor mit Export gespeicherte JSON-Datei.

- **FORCE:** Überschreiben von Meassettings mit dem gleichen Namen, ansonsten wird bei gleichen Namen eine Fehlermeldung zurückgegeben. Beim Import aller Meassettings oder der Basicsettings muss immer Force angegeben werden.
- **APPLY:** Übernehmen der Einstellungen nach dem Importieren und Lesen der Initial Settings.
- **ImportData:** Daten im JSON-Format

#### 15.3.7.5 Werkseinstellungen

SETDEFAULT ALL | MEASSETTINGS | BASICSETTINGS | MATERIAL

Setzen der Defaultwerte (Rücksetzen auf Werkseinstellung), löschen der entsprechenden Settings im Flash.

- **ALL:** Es werden alle Setups gelöscht und die Default-Parameter geladen. Zusätzlich wird die aktuelle Materialtabelle durch die Standard-Materialtabelle überschrieben.
- **MEASSETTINGS:** Löschen aller Messeinstellungen
- **BASICSETTINGS:** Löschen aller Grundeinstellungen
- **MATERIAL:** Nur Überschreiben der aktuellen Materialtabelle durch die Standard-Materialtabelle.

#### 15.3.7.6 Messeinstellungen bearbeiten, speichern, anzeigen, löschen

MEASSETTINGS <Unterkommando> [<Name>]

Einstellungen der Messaufgabe. Bewegt applikationsabhängige Messeinstellungen zwischen Controller-RAM und Controller-Flash. Entweder werden die herstellereigenen Presets oder die nutzerdefinierten Einstellungen verwendet. Jedes Preset kann als nutzerdefinierte Einstellung verwendet werden.

##### Unterkommandos:

PRESETMODE <mode>

<mode> = NONE | STATIC | BALANCED | DYNAMIC

PRESETLIST

READ <Name>

STORE <Name>

DELETE <Name>

RENAME <NameOld> <NameNew> [FORCE]

LIST

CURRENT

INITIAL AUTO

INITIAL <Name>

Bestimmt die Preset-Dynamik.

Bei NONE ist keine Auswahl für ein Preset vorhanden.

Listet alle vorhandenen Presets (Namen): „Name1“ „Name2“ „...“

Lädt ein Basic-Settings oder ein Meassettings / Preset (Name angeben) aus dem Controller-Flash.

Speichert ein Basic-Settings oder ein Meas-Settings in den Controller-Flash. Name angeben oder es wird unter dem aktuellen Namen gespeichert.

Löscht die benannte Messeinstellung aus dem Controller-Flash.

Ändert den Namen einer Messeinstellung im Controller-Flash. Mit FORCE kann eine vorhandene Messeinstellung überschrieben werden.

Listet alle gespeicherten Messeinstellungen (Namen) „Name1“ „Name2“ „...“. Die Reihenfolge ist nach den internen Slot-Nummern, also nicht die Reihenfolge des Speicherns.

Ausgabe des aktuellen Meassettings / Presets (Name)

Lädt beim Start des Controllers die zuletzt gespeicherte Einstellung bzw. das erste Preset, wenn keine Setups vorhanden sind.

Lädt die benannte Messeinstellung beim Start des Controllers. Presets können nicht angegeben werden.

#### 15.3.8 Messung

##### 15.3.8.1 Messrate

MEASRATE <Messrate>

Eingabe der Messrate in kHz, Wertebereich 0,100 ... 24,000.

Es können maximal drei Nachkommastellen angegeben werden, z. B. 0,100 für 0,1 kHz.

#### 15.3.8.2 Maskierung des Auswertebereichs

ROI <Start> <Ende>

Setzen des Auswertebereichs für das „Range of interest“ des jeweiligen Kanals. Anfang und Ende müssen zwischen 0 und 2047 liegen. Die Angabe erfolgt in der Einheit Pixel. Der Startwert muss kleiner als der Endwert sein.

#### 15.3.8.3 Mindestschwelle Peakerkennung

MIN\_THRESHOLD [<n>]

Setzt die minimale Erkennungsschwelle. Ein Peak muss oberhalb dieser Schwelle sein, damit dieser als Peak erkannt wird.

Die Eingabe erfolgt in % und muss zwischen 0,5 und 100 liegen. Die Genauigkeit kann mit einer Nachkommastelle angegeben werden.

#### 15.3.8.4 Critval Funktion

CRITVAL [<value> | DEFAULT]

Kritischen Wert anzeigen lassen oder anpassen. Hilft bei der Erkennung eines Dickenpeaks und hängt vom verwendeten Sensor ab.

Diese Abhängigkeit gilt auch für die standardmäßige Ermittlung des Default Wertes basierend auf den Kalibrierungsdaten. Wenn ein Wert eingestellt ist, wird dieser verwendet.

Um die Critval Funktion zu deaktivieren, muss der Wert auf 0 gesetzt werden. Um den Wert auf den Wert der Kalibrierungsdaten zurückzusetzen, muss er auf Default gesetzt werden.

Wertebereich: 0 ... 1048573

Default: setzt den Wert auf den Wert der Kalibrierungsdaten zurück

#### 15.3.8.5 Anzahl Peaks

Dieser Befehl ist nur beim IMS5200 MP gültig.

PEAKCOUNT [<Value>]

Bestimmt oder listet die Anzahl der Peaks im FFT-Signal, die zur Auswertung bei der Dickenmessung verwendet werden.

- Value: Anzahl mit 1 bis max. 14 Peaks angeben

#### 15.3.8.6 Sortierung der Peaks

MEASPEAK\_SORT [HEIGHT | DISTANCE ]

Auswahl der Sortierung der Peaks.

### 15.3.9 Materialdatenbank

#### 15.3.9.1 Materialtabelle

MATERIALTABLE

Ausgabe der im Controller gespeicherten Materialtabelle.

```
-> MATERIALTABLE
Material,      n_group,      Description
„Vacuum“,      1.000000,      „Perfect vacuum“
„Water“,        1.363000,      „liquid water (H2O) at 25C“
„Acrylic“,      14.97500,      „acrylic resin, adhesive, lacquer“
```

- Name: Materialname
- group index: Gruppenbrechungsindex des Materials
- Description: kurze Beschreibung des Materials



### 15.3.9.2 Material auswählen

MATERIAL [<Material Name>]

für IMS5200 MP:

MATERIAL [<Material Name1> [<Material Name2> ... [<Material Name14>]]]

Auswahl des zu verwendenden Materials für den Dickenpeak (Dickensensor).

Der Befehl unterstützt case sensitive Eingaben.

### 15.3.9.3 Materialeigenschaft anzeigen

MATERIALINFO

Ausgabe der Materialeigenschaften der gewählten Schicht (Layer).

```
->MATERIALINFO
Name:                Vacuum
group index:         1.000000
Description:         vacuum, air (approximately)
->
```

### 15.3.9.4 Materialtabelle editieren

MATERIALEDIT <Material> <Phase\_Index> <Group\_Index> <Phase\_Shift> <Description>

Editieren eines bestehenden Materials.

- **Material:** Der Name muss mit einem alphanumerischen Zeichen beginnen und zwischen 2 und max. 31 Zeichen lang sein. Zeichenumfang a-zA-Z0-9 ()-.\_.
- **Phase\_Index:** Der Wertebereich für den Brechungsindex liegt zwischen +1,000000 bis +10,000000.
- **Group\_Index:** Der Wertebereich für den Gruppenbrechungsindex liegt zwischen +1,000000 bis +10,000000.
- **Phase\_Shift:** Der Wertebereich für den Phasenindex liegt zwischen -3,141592 bis +3,141592.
- **Description:** Die Beschreibung muss mit einem alphanumerischen Zeichen beginnen und zwischen 2 und max. 63 Zeichen lang sein. Zeichenumfang a-zA-Z0-9 (),,:-.\_/.

Die Materialtabelle kann maximal 20 Materialien enthalten.

### 15.3.9.5 Material ergänzen

MATERIALADD <Material> <Phase\_Index> <Group\_Index> <Phase\_Shift> <Description>

Hinzufügen eines Materials.

- **Material:** Der Name muss mit einem alphanumerischen Zeichen beginnen und zwischen 2 und max. 31 Zeichen lang sein. Zeichenumfang a-zA-Z0-9 ()-.\_.
- **Phase\_Index:** Der Wertebereich für den Brechungsindex liegt zwischen +1,000000 bis +10,000000.
- **Group\_Index:** Der Wertebereich für den Gruppenbrechungsindex liegt zwischen +1,000000 bis +10,000000.
- **Phase\_Shift:** Der Wertebereich für den Phasenindex liegt zwischen -3,141592 bis +3,141592.
- **Description:** Die Beschreibung muss mit einem alphanumerischen Zeichen beginnen und zwischen 2 und max. 63 Zeichen lang sein. Zeichenumfang a-zA-Z0-9 (),,:-.\_/.

### 15.3.9.6 Materialzusammensetzung Messobjekt bestimmen

Dieser Befehl ist nur beim IMS5200 MP gültig.

MATERIALMP [<Material Name 1> [<Material Name 2> ... [<Material Name 13 [<Material Name 14>]]]]

Bestimmt die Schichtzusammensetzung eines Messobjektes.

- **Material Name 1:** nah zu Sensor
- **Material Name 14:** fern zu Sensor

### 15.3.9.7 Medium vor dem Messobjekt definieren

MATERIAL\_INFRONT [<Name>]

Definiert oder listet das Medium zwischen Sensor und der 1. Schicht des Messobjektes.

- Name: Name des verwendeten Materials bzw. Mediums, [siehe Kap. 15.3.9.1](#).

### 15.3.9.8 Löschen eines Materials

MATERIALDELETE <Name>

Löschen eines Materials.

- Name: Name des Materials (Länge: max. 30 Zeichen)

### 15.3.9.9 Vorhandene Materialnamen im Controller

META\_MATERIAL

Listet die bereits im Controller gespeicherten Materialnamen auf.

### 15.3.9.10 Geschützte Materialien im Controller

META\_MATERIAL\_PROTECTED

Listet im Controller gespeicherte Materialien auf, die während der Kalibrierung aufgenommen wurden. Diese Materialien können weder bearbeitet noch gelöscht werden.

## 15.3.10 Messwertbearbeitung

### 15.3.10.1 Liste möglicher auszuwählender Statistiksignale

META\_STATISTICSIGNAL

Listet alle möglichen Signal auf, die in die Statistik eingehen können.

### 15.3.10.2 Statistische Signale generieren

STATISTICSIGNAL <signal> NONE | INFINITE | <depth>

- <signal>: Dickensignal, für das die Statistikwerte berechnet werden sollen
- NONE: Beendet für das entsprechende Dickensignal die Statistikberechnung
- INFINITE: Verwendet als Auswertebereich für die Statistikberechnung alle bisherigen Messwerte
- <depth>: Auswertebereich für die Statistikberechnung, 2|4|8|...|8192|16384

Für dieses ausgewählte Signal werden die Statistiken angelegt.

Der Controller generiert neue Signale, die dann über die Schnittstellen ausgegeben werden können.

- <signal>\_MIN: Minimum des Signales
- <signal>\_MAX: Maximum des Signales
- <signal>\_PEAK: <signal>\_max - <signal>\_min

Beispiele für das Kommando:

STATISTICSIGNAL

*gibt die Liste der konfigurierten Statistiksignale zurück*

STATISTICSIGNAL <signal>

*gibt die Konfiguration des angegebenen Signals zurück*

### 15.3.10.3 Liste Statistiksignale

META\_STATISTIC

Gibt eine Liste mit den aktiven Statistiksignalen wieder.

Diese Signale wurden unter STATISTICSIGNAL definiert.

#### 15.3.10.4 Statistikberechnung rücksetzen

STATISTIC ALL | <signal> RESET

Setzt die Statistikdaten des gewählten Signals oder aller Signale zurück (Minimum, Maximum, Peak).

- <signal>: Setzt für das entsprechende Dickensignal die Statistikdaten zurück
- ALL: Setzt alle Statistikdaten zurück

#### 15.3.10.5 Liste der möglichen zu parametrisierenden Signale

META\_MASTERSIGNAL

Listet alle möglichen Signale auf, die für das Mastern verwendet werden können.

#### 15.3.10.6 Parametrisieren der Mastersignale

MASTERSIGNAL [<signal>]

MASTERSIGNAL <signal> <master value>

MASTERSIGNAL <signal> NONE

Definiert das zu masternde Signal.

Mit dem Parameter NONE wird das Signal wieder zurückgesetzt. Die Funktion selbst wird mit MASTER ausgelöst.

- <signal>: ein bestimmtes Mess- oder berechnetes Signal auswählen, auf das der Masterwert gesetzt werden soll.
- <master value>: Masterwert in mm, Wertebereich: -21,47 ... 21,47

#### 15.3.10.7 Liste möglicher Signale für das Mastern

META\_MASTER

Listet alle definierten Mastersignale vom Befehl MASTERSIGNAL auf. Diese können mit dem Befehl MASTER verwendet werden.

#### 15.3.10.8 Mastern / Nullsetzen

MASTER [<signal>]

MASTER [ALL|<signal> [SET|RESET]]

Es gibt bis zu 10 Mastersignale in dem Controller.

Mit diesem Befehl wird das Mastern für das entsprechende Signal gesetzt oder zurück gesetzt.

- ALL: alle Signale für die Masterung verwenden
- <signal>: ein bestimmtes Mess- oder berechnetes Signal für die Masterung verwenden
- SET|RESET: Funktion starten bzw. beenden

Ist der Masterwert 0, so hat die Funktion Mastern die gleiche Funktionalität wie das Nullsetzen.

Das Master-Kommando wartet maximal 2 Sekunden auf den nächsten Messwert und benutzt diesen als Master-Wert. Wenn innerhalb dieser Zeit kein Messwert aufgenommen wurde, z.B. bei externer Triggerung, kehrt das Kommando mit dem Fehler „E32 Timeout“ zurück.

Der Masterwert wird mit sechs Nachkommastellen verarbeitet.

#### 15.3.10.9 Berechnung im Kanal

COMP [<channel> [<id>]]

COMP CH01 <id> MEDIAN <signal1> <median data count>

COMP CH01 <id> MOVING <signal1> <moving data count>

COMP CH01 <id> RECURSIVE <signal1> <recursive data count>

COMP CH01 <id> CALC <factor1> <signal1> <factor2> <signal2> <offset> <name>

COMP CH01 <id> THICKNESS <signal1> <signal2> <name>

COMP CH01 <id> COPY <signal1> <name>

COMP CH01 <id> NONE

Diese Befehle sind nur beim IMS5200 MP gültig:

COMP CH01 <id> CALC <factor1> <signal1> <factor2> <signal2> <offset> <name>

COMP CH01 <id> THICKNESS <signal1> <signal2> <name>

Mit diesem Befehl werden alle kanalspezifischen sowie controllerspezifischen Verrechnungen definiert.

<id> 1...10

*Nummer des Berechnungsblocks, es sind max. 10 Berechnungsblöcke möglich. Die Vergabe der ID erfolgt aufsteigend. Die Abarbeitung der Berechnungsblöcke erfolgt sequentiell. Rückkoppelungen (algebraische Schleifen) über einen oder mehrere Blöcke sind nicht möglich.*

<signal1>, <signal2>

*Messsignal; die verfügbaren Signale können Sie mit dem Befehl META\_COMP abfragen*

<median data count> 3|5|7|9

*Mittelungstiefe Median*

<moving data count> 2|4|8|16|32

*Mittelungstiefe gleitender Mittelwert*

64|128|256|512|1024|2048|4096

<recursive data count> 2 ... 32000

*Mittelungstiefe rekursiver Mittelwert*

<factor1>, <factor2>

*-32768,0 .. 32767,0 (Einheit mm)*

<offset>

*-21,47 .. 21,47 (Einheit mm)*

<name>

*Name Berechnungsblock; Länge min 2 Zeichen, max. 15 Zeichen. Erlaubte Zeichen a-zA-Z0-9, der Name muss mit einem Buchstaben beginnen.*

*Nicht erlaubt sind Kommandonamen, z. B. STATISTIC, MASTER, CALC, NONE, ALL.*

Mit dem Kommando COMP können Sie neue Berechnungsblöcke anlegen, Berechnungsblöcke modifizieren oder löschen.

Damit stehen folgende Funktionen bereit:

- MEDIAN, MOVING und RECURSIVE: Mittelungsfunktionen
- CALC: Berechnungsfunktion aus zwei Summanden (Signal), Vorzeichen/Skalierung (Factor) und einer Konstante (Offset)  
Formel:  $CALC = (<factor1> * <signal>) + (<factor2> * <signal>) + <offset>$   
Das Ergebnis der Berechnung wird in eine neue Variable <name> geschrieben.
- THICKNESS: Dickenberechnung (Differenz) aus zwei Peaks,  $Signal1 > Signal2$ ;  
Formel:  $THICKNESS = <signal1> - <signal2>$   
Das Ergebnis der Berechnung wird in eine neue Variable <name> geschrieben.
- COPY: Dupliziert ein Signal
- NONE: löscht einen Berechnungsblock

#### 15.3.10.10 Liste möglicher Berechnungssignale

META\_COMP [CH01 <id>]

Listet alle möglichen Signale auf, die in der Verrechnung verwendet werden können.

<id> 1 ... 10

#### 15.3.11 Datenausgabe

##### 15.3.11.1 Auswahl Digitalausgang

OUTPUT [NONE | ([RS422] [ETHERNET] [ANALOG] [ERROROUT])]

- NONE: Keine Messwertausgabe
- RS422: Ausgabe der Messwerte über RS422

- **ETHERNET:** Ausgabe der Messwerte über Ethernet
- **ANALOG:** Ausgabe der Messwerte über den Analogausgang
- **ERROROUT:** Error- oder Zustandsinformationen über die Errorausgänge

Kommando startet die Messwertausgabe. Die Verbindung zum Messwertserver kann bereits bestehen oder nun hergestellt werden.

#### 15.3.11.2 Ausgabe-Datenrate

OUTREDUCEDEVICE [NONE | ([RS422] [ANALOG] [ETHERNET])] ]

Die Anzahl der Messwerte wird über die ausgewählten Schnittstellen reduziert.

- **NONE:** Keine Reduzierung der Messwertausgabe
- **RS422:** Reduzierung der Messwertausgabe über RS422
- **ANALOG:** Reduzierung der Messwertausgabe über Analog
- **ETHERNET:** Reduzierung der Messwertausgabe über Ethernet

#### 15.3.11.3 Reduzierungszähler Messwertausgabe

OUTREDUCECOUNT <Anzahl>

Reduzierungszähler der Messwertausgabe.

Nur jeder n-te Messwert wird ausgegeben. Die anderen Messwerte werden verworfen.

- **Anzahl:** 1...3000000 (1 bedeutet alle frames)

#### 15.3.11.4 Fehlerbehandlung

OUTHOLD [NONE | INFINITE | <Number>]

Einstellen des Verhaltens der Messwertausgabe im Fehlerfall.

- **NONE:** Kein Halten des letzten Messwertes, Ausgabe des Fehlerwertes
- **INFINITE:** Unendliches Halten des letzten Messwertes
- **Anzahl:** Halten des letzten Messwertes über Anzahl Messzyklen und danach Ausgabe des Fehlerwertes (maximal 1024)

### 15.3.12 Auswahl der anzugebenden Messwerte

#### 15.3.12.1 Allgemein

Einstellung der auszugebenden Werte über die Schnittstellen Ethernet und RS422.

Die maximale Ausgabefrequenz über die Ethernet-Schnittstelle ist von der Anzahl der auszugebenden Messwerte abhängig.

#### 15.3.12.2 Datenauswahl für Ethernet

OUT\_ETH [<signal1>] [<signal2>] ... [<signalN>]

Auswahl der Daten, die über diese Schnittstelle ausgegeben werden sollen.

#### 15.3.12.3 Liste der mögliche Signale für Ethernet

META\_OUT\_ETH [MEAS | VIDEO | CALC]

Liste der möglichen Daten für Ethernet.

Der Parameter Video enthält das FFT-Signal.

Eine zusätzliche Aktivierung über den Befehl **OUTPUT** ist notwendig.

#### 15.3.12.4 Liste ausgewählter Signale, Reihenfolge über Ethernet

GETOUTINFO\_ETH

Gibt die Reihenfolge der Signale über diese Schnittstelle wieder.

### 15.3.12.5 Liste der ausgewählten Signale, Reihenfolge über RS422

GETOUTINFO\_RS422

Gibt die Reihenfolge der Signale über diese Schnittstelle wieder.

### 15.3.12.6 Datenauswahl für RS422

OUT\_RS422 [<signal1>] [<signal2>] ... [<signalN>]

Auswahl der Daten, die über diese Schnittstelle ausgegeben werden sollen.

### 15.3.12.7 Liste der mögliche Signale für RS422

META\_OUT\_RS422

Liste der möglichen Daten für die RS422.

## 15.3.13 Schaltausgang

### 15.3.13.1 Error-Schaltausgänge

ERROROUT1 [01ER1|01ER2|01ER12|ERRORLIMIT]

ERROROUT2 [01ER1|01ER2|01ER12|ERRORLIMIT]

Einstellen der Fehler-Schaltausgänge.

- 01ER1: Schaltausgang wird bei einem Intensitätsfehler geschaltet
- 01ER2: Schaltausgang wird bei einem Messbereichsfehler geschaltet
- 01ER12: Schaltausgang wird bei einem Intensitätsfehler oder einem Messbereichsfehler geschaltet
- ERRORLIMIT: Schaltausgang wird bei Messwert außerhalb der Grenzwerte geschaltet; Basis sind die Einstellungen für ERRORLIMITSIGNAL1/2, ERRORLIMITCOMPARETO1/2 und ERRORLIMITVALUES1/2

### 15.3.13.2 Setzen des auszuwertenden Signales

ERRORLIMITSIGNAL1 [<signal>]

ERRORLIMITSIGNAL2 [<signal>]

Auswahl des Signals, das für die Grenzwertbetrachtung verwendet werden soll.

Die Einstellung wird auf den Digital I/O Error 1/2 angewendet.

Der Befehl META\_ERRORLIMITSIGNAL, siehe Kap. 15.3.13.3, listet alle verfügbaren Signale auf, die hier verwendet werden können.

### 15.3.13.3 Liste der möglichen Signale für den Errorausgang

META\_ERRORLIMITSIGNAL1

META\_ERRORLIMITSIGNAL2

Liste mit allen möglichen Signalen, die für den Befehl ERRORLIMITSIGNALn möglich sind.

### 15.3.13.4 Setzen der Grenzwerte

ERRORLIMITCOMPARETO1 [LOWER | UPPER | BOTH]

ERRORLIMITCOMPARETO2 [LOWER | UPPER | BOTH]

Gibt an, ob der Ausgang aktiv schalten soll bei

- LOWER --> Unterschreitung
- UPPER --> Überschreitung
- BOTH --> Unter- oder Überschreitung

### 15.3.13.5 Setzen des Wertes

ERRORLIMITVALUES1 [<lower limit [mm]> <upper limit [mm]>]

```
ERRORLIMITVALUES2 [<lower limit [mm]> <upper limit [mm]>]
```

Setzt die Werte für die Grenzwerte Lower und Upper.

Die Einstellung wird auf den Digital I/O Error 1/2 angewendet.

Siehe Befehl ERRORLIMITCOMPEARETO, [siehe Kap. 15.3.13.4](#), der festlegt, ob der untere Grenzwert, der obere Grenzwert oder sowohl der untere Grenzwert als auch der obere Grenzwert angewendet werden.

- <lower limit [mm]> = - 2.14 ... 2.14
- <upper limit [mm]> = - 2.14 ... 2.14

#### 15.3.13.6 Schaltverhalten der Fehlerausgänge

```
ERRORLEVELOUT1 [PNP|NPN|PUSHPULL|PUSHPULLNEG]
```

```
ERRORLEVELOUT2 [PNP|NPN|PUSHPULL|PUSHPULLNEG]
```

Schaltverhalten der Fehlerausgänge Error 1 und Error 2.

- PNP: Schaltausgang ist High bei Fehler und offen ohne Fehler
- NPN: Schaltausgang ist Low bei Fehler und offen ohne Fehler
- PUSHPULL: Schaltausgang ist High bei Fehler und Low ohne Fehler
- PUSHPULLNEG: Schaltausgang ist Low bei Fehler und High ohne Fehler

#### 15.3.14 Analogausgang

##### 15.3.14.1 Datenauswahl

```
ANALOGOUT [<Signal>]
```

Auswahl des Signals, das über den Analogausgang ausgegeben werden soll. Als Parameter wird das Signal angegeben. Eine Liste mit den möglichen Signalen ist mit META\_ANALOGOUT zu sehen.

Eine zusätzliche Aktivierung über den Befehl OUTPUT ist notwendig, [siehe Kap. 15.3.11.1](#).

##### 15.3.14.2 Liste der möglichen Signale für den Analogausgang

```
META_ANALOGOUT
```

Listet alle Signale, die auf den Analogausgang gelegt werden können.

##### 15.3.14.3 Ausgabebereich

```
ANALOGRANGE [0-5V | 0-10V | 4-20mA]
```

- 0-5 V: Der Analogausgang gibt eine Spannung von 0 bis 5 Volt aus.
- 0-10 V: Der Analogausgang gibt eine Spannung von 0 bis 10 Volt aus.
- 4-20 mA: Der Analogausgang gibt eine Stromstärke von 4 bis 20 Milliampere aus.

##### 15.3.14.4 Einstellung der Skalierung des DAC

```
ANALOGSCALEMODE [STANDARD | TWOPOINT]
```

Trifft die Auswahl über eine Verwendung der Einpunkt- oder Zweipunktskalierung des Analogausgangs.

- STANDARD --> Einpunktskalierung
- TWOPOINT --> Zweipunktskalierung

Die Standard-Skalierung ist für Abstände -MB/2 bis MB/2 und für Dickenmessung auf 0 bis 2 MB (MB=Messbereich) ausgelegt.

Der minimale und maximale Messwert muss in Millimetern angegeben werden. Der verfügbare Ausgabebereich des Analogausgangs wird dann zwischen dem minimalen und maximalen Messwert gespreizt. Der minimale und maximale Messwert muss zwischen -21,47 und 21,47 liegen.

Der minimale und maximale Messwert wird mit drei Nachkommastellen verarbeitet.

Einheit in mm

### 15.3.14.5 Einstellung des Skalierungsbereiches

ANALOGSCALERANGE [<lower\_limit> < upper\_limit>]

<lower\_limit> und <upper\_limit> müssen zwischen -21,47 und 24,47 liegen und dürfen nicht identisch sein.

Einheit in mm

### 15.3.15 Tastenfunktion

#### 15.3.15.1 Taste Multifunction

KEYFUNC1 [NONE|MASTERSET|MASTERRESET|LED]

Konfigurieren der Taste für die Betätigungszeit 1 (0 ... 2 s)

- **NONE:** Keine Funktion
- **MASTERSET:** Das Kommando `MASTER SET` wird getriggert (siehe `command Master`) für Signale die durch `KEYMASTERSIGNALSELECT` definiert sind.
- **MASTERRESET:** Das Kommando `MASTER RESET` wird ausgeführt (set command `MASTER`) für Signale die durch `KEYMASTERSIGNALSELECT` definiert sind.
- **LED:** Der Knopf dient zum Ein-/Ausschalten der LED.

KEYFUNC2 [NONE|MASTERSET|MASTERRESET|LED]

Konfigurieren der Taste für die Betätigungszeit 2 (2 ... 5 s)

- **NONE:** Keine Funktion
- **MASTERSET:** Das Kommando `MASTER SET` wird getriggert (siehe `command Master`) für Signale die durch `KEYMASTERSIGNALSELECT` definiert sind.
- **MASTERRESET:** Das Kommando `MASTER RESET` wird ausgeführt (set command `MASTER`) für Signale die durch `KEYMASTERSIGNALSELECT` definiert sind.
- **LED:** Der Knopf dient zum Ein-/Ausschalten der LED.

#### 15.3.15.2 Signalauswahl für Master mit Multifunktionstaste

KEYMASTERSIGNALSELECT [ALL | NONE | <signal> [<signal2> [...]]]

Auswahl der Messdatensignale für den Master über den Druckknopf (siehe `KEYFUNC1` und `KEYFUNC2`). Eine Liste der verfügbaren Signale wird vom Befehl `META_MASTER` bereitgestellt. Die Konfiguration der Signale erfolgt mit dem Befehl `MASTERSIGNAL`.

#### 15.3.15.3 Tastensperre

KEYLOCK [NONE | ACTIVE | (AUTO [<timeout period>])]

Auswahl der Tastensperre.

- **NONE:** Taste funktioniert ständig, keine Tastensperre
- **ACTIVE:** Tastensperre wird sofort nach Neustart aktiviert
- **AUTO:** Tastensperre wird erst <timeout period> Minuten nach Neustart aktiviert  
<timeout period> Minuten (1 ... 60)

## 15.4 Messwert-Format, Aufbau

Der Aufbau von Messwert-Frames hängt von der Auswahl der Messwerte ab. In der nachfolgenden Übersicht finden Sie eine Zusammenfassung an Kommandos, mit denen Sie die verfügbaren Messwerte über RS422 und Ethernet abfragen können.

OUT_RS422	OUT_ETH	Datenauswahl für RS422, Ethernet
META_OUT_RS422	META_OUT_ETH	Liste möglicher Signale RS422, Ethernet
GETOUTINFO_RS422	GETOUTINFO_ETH	Liste ausgewählter Signale, Reihenfolge über RS422, Ethernet



Beispiele für die Struktur eines Datenblocks, Abfrage mit Tera Term für RS422:

Preset Dickenmessung Glas	Preset 2 Schichten
<pre>-&gt;META_OUT_RS422 META_OUT_RS422 01ABS 01SHUTTER      01ENCODER1      01ENCODER2      01PEAK01 01AMOUNT MEASRATE TIMESTAMP COUNTER STATE -&gt;</pre>	<pre>-&gt;META_OUT_RS422 META_OUT_RS422 01ABS 01SHUTTER 01ENCODER1 01ENCODER2 01PEAK01 01PEAK02 01PEAK03 01AMOUNT COUNTER STATE</pre>
<pre>-&gt;GETOUTINFO_RS422 GETOUTINFO_RS422 PEAK01 -&gt;</pre>	<pre>-&gt;GETOUTINFO_RS422 GETOUTINFO_RS422 01PEAK01 01PEAK02 01PEAK03</pre>

Ein Messwert-Frame ist dynamisch aufgebaut, d.h. nicht ausgewählte Werte werden nicht übertragen.

## 15.5 Warn- und Fehlermeldungen

E200	I/O operation failed
E202	Access denied
E204	Received unsupported character
E205	Unexpected quotation mark
E210	Unknown command
E212	Command not available in current context
E214	Entered command is too long to be processed
E230	Unknown parameter
E231	Empty parameters are not allowed
E232	Wrong parameter count
E233	Command has too many parameters
E234	Wrong or unknown parameter type
E236	Value is out of range or the format is invalid
E262	Active signal transfer, please stop before
E270	No signals selected
E272	Invalid combination of signal parameters, please check measure mode and signal selection
E276	Given signal is not selected for output
E277	One or more values were unavailable. Please check output signal selection
E281	Not enough memory available
E282	Unknown output signal
E283	Output signal is unavailable with the current configuration
E284	No configuration entry was found for the given signal
E285	Name is too long
E286	Names must begin with an alphabetic character, and be 2 to 15 characters long. Permitted characters are: a-zA-Z0-9_
E320	Wrong info-data of the update
E321	Update file is too large
E322	Error during data transmission of the update
E323	Timeout during the update
E324	File is not valid for this sensor
E325	Invalid file type

E327	Invalid checksum
E331	Validation of import file failed
E332	Error during import
E333	No overwrite during import allowed
E340	Too many output values for RS422 selected
E350	The new passwords are not identical
E351	No password given
E360	Name already exists or not allowed
E361	Name begins or ends with spaces or is empty
E362	Storage region is full
E363	Setting name not found
E364	Setting is invalid
E500	Material table is empty
E502	Material table is full
E504	Material name not found
E600	ROI begin must be less than ROI end
E602	Master value is out of range
E603	One or more values were out of range
E610	Encoder: minimum is greater than maximum
E611	Encoder's start value must be less than the maximum value
E615	Synchronization as slave and triggering at level or edge are not possible at the same time
E616	Software triggering is not active
E618	Sensor head not available
E621	The entry already exists
E622	The requested dataset/table doesn't exist.
E623	Not available in EtherCAT mode
E624	Not allowed when EtherCAT SYNC0 synchronization is active
W505	Refractivity correction deactivated, vacuum is used as material
W526	Output signal selection modified by the system
W528	The shutter time has been changed to match the measurement rate and the system requirements.
W530	The IP settings has been changed.

## 16 EtherCAT-Dokumentation

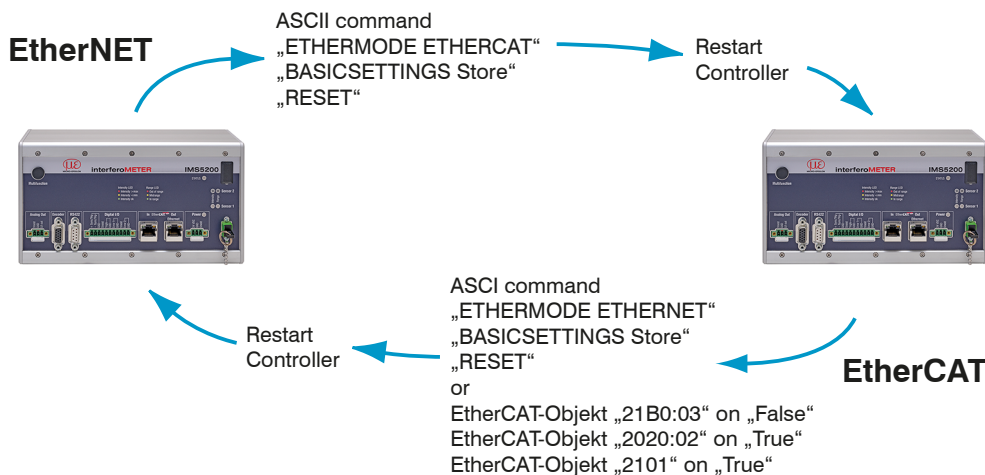
### 16.1 Allgemein

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

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

### 16.2 Wechsel Ethernet EtherCAT

Die Umschaltung zwischen Ethernet und EtherCAT ist möglich über einen ASCII-Befehl, [siehe Kap. 15.3.6.4](#), das Webinterface, [siehe Kap. 6.6.10](#), oder ein EtherCAT-Objekt, [siehe Kap. 16.4.2.18](#). Speichern Sie vor dem Wechsel zu EtherCAT die aktuellen Einstellungen. Die Umschaltung erfolgt erst nach einem Neustart des Controllers.



Die RS422-Schnittstelle für das Senden eines ASCII-Befehls ist sowohl im Ethernet-Mode als auch im EtherCAT-Mode verfügbar.

### 16.3 Einleitung

#### 16.3.1 Struktur von EtherCAT®-Frames

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

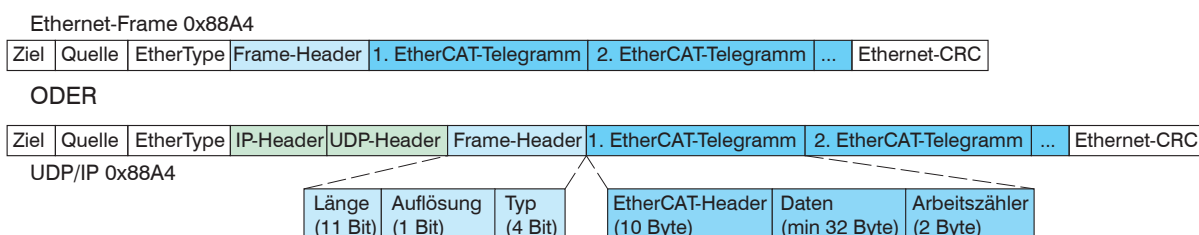


Abb. 16.1: Aufbau von EtherCAT-Frames

### 16.3.2 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)

### 16.3.3 Adressierv Verfahren und FMMUs

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

- Positionsadressierung  
Das Slave-Gerät wird über seine physikalische Position im EtherCAT®-Segment adressiert. Die verwendeten Dienste hierfür sind APRD, APWR, APRW.
- Knotenadressierung  
Das Slave-Gerät wird über eine konfigurierte Knotenadresse adressiert, die vom Master während der Inbetriebnahme 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.

### 16.3.4 Sync Manager

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

### 16.3.5 EtherCAT-Zustandsmaschine

In jedem EtherCAT®-Slave ist die EtherCAT®-Zustandsmaschine implementiert. Direkt nach dem Einschalten des Sensors/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 (Controllersoftware) 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.

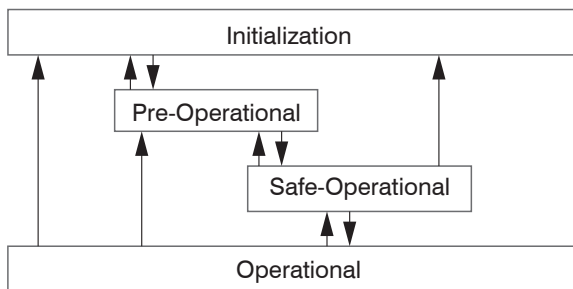


Abb. 16.2: EtherCAT State Machine

### 16.3.6 CANopen über EtherCAT

Das Anwendungsschicht-Kommunikationsprotokoll in EtherCAT basiert auf dem Kommunikationsprofil CANopen DS 301. Dies heißt „CANopen over EtherCAT“ oder CoE. Das Protokoll spezifiziert das Objektverzeichnis im Controller sowie Kommunikationsobjekte für den Austausch von Prozessdaten und azyklischen Meldungen. Der Controller 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.

### 16.3.7 Prozessdatenobjekt-Mapping (PDO-Mapping)

Prozessdatenobjekte (PDOs) werden für den Austausch von zeitkritischen Prozessdaten zwischen Master und Slave verwendet.

Für die Übertragung von Daten vom Slave zum Master werden die Tx PDOs verwendet (Eingänge). Rx PDOs werden verwendet, um Daten vom Master zum Slave (Ausgänge) zu übertragen; dies wird im interferoMETER nicht verwendet. Die PDO Abbildung (Mapping) definiert, welche Anwendungsobjekte (Messdaten) in einem PDO übertragen werden.

Beim interferoMETER kann aus einer Reihe von Tx PDO-Map-Objekten ausgewählt werden, [siehe Kap. 16.4.1.7](#).

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

**Hinweis:** Subindex 0x00 des Objektes 0x1A00 enthält die Anzahl gültiger Einträge innerhalb des Abbildungsberichts. Diese Zahl steht auch für die Anzahl der Anwendungsvariablen (Parameter), die mit dem entsprechenden PDO übertragen/empfangen werden sollen. Die Subindizes von 1h bis zur Anzahl von Objekten enthalten Informationen über die abgebildeten Anwendungsvariablen. Die Abbildungswerte in den CANopen-Objekten sind hexadezimal codiert. Die folgende Tabelle enthält ein Beispiel der Eintragsstruktur der PDO-Abbildung:

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

Tab. 16.1: Eintragsstruktur der PDO-Abbildung, Beispiel

### 16.3.8 Servicedaten SDO-Service

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

EtherCAT spezifiziert

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

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

## 16.4 CoE – Objektverzeichnis

### 16.4.1 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte

#### 16.4.1.1 Overview

Das CoE-Objektverzeichnis (CANopen over EtherCAT) enthält alle Konfigurationsdaten des Controllers. Die Objekte im CoE-Objektverzeichnis können mit SDO-Diensten aufgerufen werden. Jedes Objekt wird anhand eines 16-Bit-Index adressiert.

Index (h)	Name	Beschreibung
1000	Device type	Gerätetyp
1008	Device name	Hersteller-Gerätename
1009	Hardware-Version	Hardware-Version
100A	Software-Version	Software-Version
1018	Identity	Geräte-Identifikation
1A00 ... 1BAB		TxPDO Mapping, <a href="#">siehe Kap. 16.4.1.7</a> In den PDO-Map-Objekten sind zum Teil mehrere Prozessdaten (Mappable Objects -Prozessdaten) zusammengefasst.
1C00	Sync. manager type	Synchronmanagertyp
1C12	RxPDO assign	
1C13	TxPDO assign	TxPDO assign
1C33	Sync manager input parameter	Synchronmode Parameter (DC)

Tab. 16.2: Übersicht Standard-Objekte

#### 16.4.1.2 Objekt 1000h: Gerätetyp

1000	VAR	Device type	0x00000000	UInt32	ro
------	-----	-------------	------------	--------	----

Liefert Informationen über das verwendete Geräteprofil und den Gerätetyp.

#### 16.4.1.3 Objekt 1008h: Hersteller-Gerätename

1008	VAR	Device name	IMC5x00	Visible String	ro
------	-----	-------------	---------	----------------	----

#### 16.4.1.4 Objekt 1009h: Hardware-Version

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

#### 16.4.1.5 Objekt 100Ah: Software-Version

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

#### 16.4.1.6 Objekt 1018h: Geräte-Identifikation

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

#### Subindizes

0	VAR	Anzal Einträge	4	Uint8	ro
1	VAR	Vendor ID	0x00000607	Uint32	ro
2	VAR	Product-Code	0x0024E555	Uint32	ro
3	VAR	Revision	0x00010000	Uint32	ro
4	VAR	Serial number	0x009A4435	Uint32	ro

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

#### 16.4.1.7 TxPDO Mapping

<b>1A00</b>	01Peak1 TxPDOMap				
	<b>01Peak1</b> 0x6000				
<b>1AB0</b>	Shutter TxPDOMap				
	<b>CH01SHUTTER</b> 0x6030				
<b>1AC0</b>	Encoder1 und Encoder2 TxPDOMap				
	<b>ENCODER1</b> 0x6050	<b>ENCODER2</b> 0x6051			
<b>1AD0</b>	Encoder3 TxPDOMap				
	<b>Encoder3</b> 0x6052				
<b>1AE0</b>	Counter TxPDOMap				
	<b>COUNTER</b> 0x7000				
<b>1AE8</b>	States TxPDOMap				
	<b>TIMESTAMP</b> 0x7001				
<b>1AF0</b>	Measrate TxPDOMap				
	<b>MEASRATE</b> 0x7002				
<b>1AF8</b>	State TxPDOMap				
	<b>State</b> 0x7003				
<b>1B00</b>	UserCalc01 TxPDOMap				
	<b>UserCalcOutput01</b> 0x7C00				
<b>1B08</b>	UserCalc02 TxPDOMap				
	<b>UserCalcOutput02</b> 0x7C01				

<b>1B10</b>	UserCalc03 TxPDOMap			
	<b>UserCalcOutput03</b> 0x7C02			
<b>1B18</b>	UserCalc04 TxPDOMap			
	<b>UserCalcOutput04</b> 0x7C03			
<b>1B20</b>	UserCalc05 and 06 TxPDOMap			
	<b>UserCalcOutput05</b> 0x7C04	<b>UserCalcOutput06</b> 0x7C05		
...	...			
	...	...		
<b>1B58</b>	UserCalc19 and 20 TxPDOMap			
	<b>UserCalcOutput 19 0x7C12</b>	<b>UserCalcOutput20</b> 0x7C13		
<b>1B60</b>	UserCalc21 to 24 TxPDOMap			
	<b>UserCalcOutput21 0x7C14</b>	<b>UserCalcOutput22</b> 0x7C15	<b>UserCalcOutput23</b> 0x7C16	<b>UserCalcOutput24</b> 0x7C17
...	...			
	...	...	...	...
<b>1BA8</b>	UserCalc57 to 60 TxPDOMap			
	<b>UserCalcOutput57</b> 0x7C38	<b>UserCalcOutput58</b> 0x7C39	<b>UserCalcOutput59</b> 0x7C3A	<b>UserCalcOutput60</b> 0x7C3B

Tab. 16.3: PDO-Map Objekte

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

Beispiel 1: Startup-Prozedur, um Dicke 1 von Kanal 1 (01PEAK01) auszugeben:

- Die Dicke 1 wird in 0x6000 ausgedrückt. Um 0x6000 im PDO zu übertragen muss in 0x1C13 PDO-Map- Objekt 0x1A00 ausgewählt werden.

Objekt	Wert	Beschreibung
0x1C13:00	0x00 (0)	clear sm pdos (0x1C13)
0x1C13:01	0x1A00 (6656)	download pdo 0x1C13:01 index
0x1C13:00	0x01 (1)	download pdo 0x1C13 count

Beispiel 2: Startup-Prozedur um Dicke 1, Signalqualität 1, Belichtungszeit, Encoder 1 und Encoder 2 von Kanal 1 (01PEAK1, 01SHUTTER, 01ENCODER1, 01ENCODER2) auszugeben.

- Die Dicke 1 wird in 0x6000 ausgedrückt. Um 0x6000 im PDO zu übertragen muss in 0x1C13 PDO-Map- Objekt 0x1A00 ausgewählt werden.
- Die Signalqualität 1 wird in 0x6010 ausgedrückt. Um 0x6010 im PDO zu übertragen muss in 0x1C13, PDO-Map-Objekt 0x1A30 ausgewählt werden.
- Shutter wird in 0x6010 ausgegeben, Encoder 1 in 0x6050 und Encoder 2 in 0x6051. Die vier Prozessdaten sind in 0x1A70 zusammengefasst, zur Übertragung im PDO muss es in 0x1C13 ausgewählt werden.

Objekt	Wert	Beschreibung
0x1C13:00	0x00 (0)	clear sm pdos (0x1C13)
0x1C13:01	0x1A00 (6656)	download pdo 0x1C13:01 index
0x1C13:02	0x1A70 (6768)	download pdo 0x1C13:03 index
0x1C13:00	0x02 (2)	download pdo 0x1C13 count



#### 16.4.1.8 Objekt 1C00h: Synchronmanagertyp

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

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	4	UInt8	ro
1	VAR	Sync manager 1	0x01	UInt8	ro
2	VAR	Sync manager 2	0x02	UInt8	ro
3	VAR	Sync manager 3	0x03	UInt8	ro
4	VAR	Sync manager 4	0x04	UInt8	ro

#### 16.4.1.9 Objekt 1C12h: RxPDO Assign

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

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	0	UInt8	ro
---	-----	-----------------	---	-------	----

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

#### 16.4.1.10 Objekt 1C13h: TxPDO-Assign

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

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	n	UInt8	rw
1	VAR	Subindex 001	0x1A00	UInt16	rw
2	VAR	Subindex 002		UInt16	rw
...					rw
n	VAR	Subindex n		UInt16	rw

Objekt zur Auswahl der PDOs (TxPDO-Maps), siehe Kap. 16.3.7.

#### 16.4.1.11 Objekt 1C33h: Synchronmanager Eingangsparameter

1C33	RECORD	SM Input Parameter			ro
------	--------	--------------------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	9	UInt8	ro
1	VAR	Synchronization type	x	UInt16	ro
2	VAR	Cycle time	x	UInt32	ro
4	VAR	Supported synchronization types	0x4005	UInt16	ro
5	VAR	Minimum cycle time	1000000	UInt32	ro
6	VAR	Calc and copy time	x	UInt32	ro
8	VAR	Get cycle time	x	UInt16	rw
9	VAR	Delay time		UInt32	ro
12	VAR	Cycle time too small		UInt16	ro

- Synchronization Type: aktuell eingestellte Synchronisierung
  - 0: Freerun,
  - 2: Distributed Clock Sync0 Synchronisation

- Cycle Time: aktuell eingestellte Zykluszeit in  $\mu\text{s}$ 
  - Freerun von der Messrate abgeleitete Zykluszeit,
  - Sync0 Synchronisation, die vom Master eingestellte Sync0 Zykluszeit.

Die minimale Zykluszeit (cycle time) ist von der maximalen Messrate abgeleitet und beträgt 41,7  $\mu\text{s}$ .

- Synchronization Types supported: Unterstützt wird Freerun und Sync0 Synchronisation
- Calc and Copy Time , Get Cycle Time: wird Get Cycle Time auf 1 gestellt, wird die Calc and Copy time gemessen und im gleichnamigen Eintrag ausgegeben (nur bei Sync0 Synchronisation)
- Delay time: SYNC0-Impuls löst das Sampling aus, daher ist dieser Wert immer 0.

## 16.4.2 Herstellerspezifische Objekte

### 16.4.2.1 Overview

Index (h)	Name	Beschreibung
2001	User level	Login, Logout, Änderung Passwort
2005	Controller info	Controller-Informationen (weitere)
2020	Basicsettings	Laden, Speichern, Werkseinstellung
2021	Preset	Signalqualität
2022	Meassettings	Messeinstellungen
203F	Sensor error	Sensor error
2101	Reset	Controller neu starten
2105	Factory reset	Zurücksetzen auf Werkseinstellung
2107	Counter reset	Zähler zurücksetzen
2133	LED on/off	Lichtquelle an-/ausschalten
2141	Video signal	FFT-Signal anfordern
2142	Video signal enable	FFT-Signal ausgeben
2150	Sensor	Sensorinformationen
2152	Select sensor	Sensor auswählen
2156	Multilayer options	Anzahl Peaks Mehrschichtmaterialien
2162	Peak options	Erkennungsschwelle
2163	Peak selection	Messpeaksortierung
21B0	Digital interfaces	Digitale Schnittstellen
21B1	Enable output	Auswahl Schnittstelle
21C0	Ethernet	Ethernet, IP-Konfiguration
21D0	Analog output	Analogausgang, Skalierung
21F3	Switching output 1	Schaltausgang 1/2
21F4	Switching output 2	
2250	Shutter mode	Belichtungsmodus
2251	Measuring rate	Messrate
24A0	Keylock	Multifunktionstaste am Controller sperren
24A2	Keyfunc	Funktion Multifunktionstaste
25A0	Encoder 1, 2	Referenzsignal, Interpolation, Start- und Maxwert
25A1	Encoder 3	
2711	Range of interest	Maskierung des Auswertebereiches
2800	Material info and edit	Materialinformation
2802	Material table edit	Materialtabelle editieren
2803	Material table	Vorhandene Materialien in der Materialtabelle
2804	Material selection	Material auswählen

Index (h)	Name	Beschreibung
2805	Material infront	Material zwischen Sensor und 1. Schicht
2A00-2A09	Master y	Masterwert, Mastern
2A10-2A19	Statistic	Statistik
2C00-2C09	Comp y	Berechnung der Messwerte
2E00	User calc	Benutzersignale

- i Das Lesen und Schreiben der herstellerspezifischen Objekte kann bei ungültigen Eingaben zu einem Fehler führen. Diese Fehler sind in den SDO-Abort-Codes aufgeführt, [siehe Kap. 16.6](#).  
Tritt beim Schreiben eines Wertes ein Fehler auf, kann teilweise in Objekt 203F eine detaillierte Fehlerinformation abgerufen werden.

#### 16.4.2.2 Objekt 2001h: Benutzerebene

2001	RECORD	User level			
------	--------	------------	--	--	--

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	7	UInt8	ro
1	VAR	Actual user	x	UInt8	ro
2	VAR	Login		Visible String	wo
3	VAR	Logout	FALSE	BOOL	rw
4	VAR	Default user	x	UInt8	rw
5	VAR	Altes Passwort		Visible String	wo
6	VAR	Neues Passwort		Visible String	wo
7	VAR	Passwort wiederholen		Visible String	wo

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Login, [siehe Kap. 6.6.5](#), und Benutzerebene, [siehe Kap. 15.3.2](#).

Actual user, Default user:

- 0 - Bediener
- 1 - Experte

Durch Änderung des Benutzer-Levels verändern sich auch die Zugriffsrechte der Objekte. Im User-Level sind nach einem Logout alle RW-Objekte nur noch Read-Only (= ro), alle Write-Only Objekte (=wo) sind nicht mehr verfügbar.

Für das Ändern des Passwortes müssen die drei Passwort-Felder Old, New und Repeat in der angegebenen Reihenfolge beschrieben werden. Die maximale Länge eines Passwortes beträgt 31 Zeichen.

#### 16.4.2.3 Objekt 2005h: Controller-Informationen (weitere)

2005	RECORD	Controller Info			ro
------	--------	-----------------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	8	UInt8	ro
1	VAR	Name	IMS5x00	Visible String	ro
5	VAR	Serial No	xxxxxxx	Visible String	ro
6	VAR	Option No	xxx	Visible String	ro
8	VAR	Article No	xxxxxxx	Visible String	ro

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Controllerinformation, [siehe Kap. 15.3.1.2](#).

#### 16.4.2.4 Objekt 2020h: Laden, Speichern, Werkseinstellung

2020	RECORD	Basicsettings			ro
------	--------	---------------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	3	Uint8	ro
1	VAR	READ		BOOL	wo
2	VAR	STORE		BOOL	wo
3	VAR	SETDEFAULT		BOOL	wo

- **READ:** Laden der zuletzt gespeicherten Basiseinstellungen
- **STORE:** Speichern der aktuellen Einstellungen
- **SETDEFAULT:** Zurücksetzen der Basiseinstellungen auf Werkseinstellung

#### 16.4.2.5 Objekt 2021h: Preset

2021	RECORD	Preset			ro
------	--------	--------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	3	Uint8	ro
1	VAR	Modus	x	Uint8	rw
2	VAR	List		Visible String	ro
3	VAR	Named read		Visible String	rw

##### Mode:

- 0 – STATIC
- 1 – BALANCED
- 2 – DYNAMIC

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Messeinstellungen, [siehe Kap. 16.4.2.6](#).

#### 16.4.2.6 Objekt 2022h: Messeinstellungen

2022	RECORD	Meassettings			ro
------	--------	--------------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	7	Uint8	
1	VAR	Current		Visible String	ro
2	VAR	Named read		Visible String	wo
3	VAR	Named store		Visible String	wo
4	VAR	Named delete		Visible String	wo
5	VAR	Initial meassettings		Visible String	rw
6	VAR	List		Visible String	ro
7	VAR	Set default		BOOL	wo

- **Current:** aktuelle Messeinstellung (`MEASSETTINGS CURRENT`)
- **Named read:** Laden einer Messeinstellung aus der `List` / Subindex 6 (`MEASSETTINGS READ`)
- **Named store:** Speichern der aktuellen Messeinstellung. Es kann ein Name oder eine Zahl vergeben werden (`MEASSETTINGS STORE`)
- **Named delete:** Löschen einer Messeinstellung aus der `List` / Subindex 6 (`MEASSETTINGS DELETE`)
- **Initial meassettings:** Messeinstellung, die beim Reset des Controllers zuerst geladen wird (`MEASSETTINGS INITIAL`)

- List: Liste der gespeicherten Messeinstellungen (`MEASSETTINGS LIST`)
- Set default: Entspricht dem `SETDEFAULT MEASSETTINGS` Befehl

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Messeinstellungen, [siehe Kap. 15.3.7.6](#).

#### 16.4.2.7 Objekt 203Fh: Sensorfehler

203F	RECORD	Sensor error			ro
------	--------	--------------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	Uint8	ro
1	VAR	Sensor error number	x	Uint16	ro
2	VAR	Sensor error description	x	Visible String	ro

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Fehlermeldungen.

- Sensor error number: Ausgabe des Sensorfehlers bei Kommunikation
- Sensor error description: Sensorfehler als Klartext

#### 16.4.2.8 Objekt 2101h: Reset

2101	RECORD	Zurücksetzen	FALSE	BOOL	rw
------	--------	--------------	-------	------	----

Der Controller wird neu gestartet.

#### 16.4.2.9 Objekt 2105h: Werkseinstellungen

2105	RECORD	Factory reset		BOOL	ro
------	--------	---------------	--	------	----

Auf Werkseinstellungen zurücksetzen. Entspricht dem Befehl `SETDEFAULT ALL`.

#### 16.4.2.10 Objekt 2107h: Zähler Reset

2107	RECORD	Counter reset			ro
------	--------	---------------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	Uint8	ro
1	VAR	Reset timestamp		BOOL	wo
2	VAR	Zähler zurücksetzen		BOOL	wo

Wird Subindex 1 auf 1 gesetzt, wird der Zeitstempel (0x7001) zurückgesetzt.

Durch Setzen von Subindex 2 auf 1 wird der Messwertzähler (0x7000) zurückgesetzt.

#### 16.4.2.11 Objekt 2141h: FFT-Signal anfordern

2141	RECORD	Video-Signal			ro
------	--------	--------------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	Uint8	ro
2	VAR	New frame request		BOOL	wo

Ist die Ausgabe eines FFT-Signals aktiviert, kann über diesen Eintrag ein neues Bild ausgelöst werden.

#### 16.4.2.12 Objekt 2142h: FFT-Signal freigeben

2142	RECORD	Video signal enable			ro
------	--------	---------------------	--	--	----

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	1	UInt8	ro
1	VAR	Enable signal		BOOL	rw

Ermöglicht die Ausgabe des FFT-Signals.

#### 16.4.2.13 Objekt 2150h: Sensor

2150	RECORD	Sensor			ro
------	--------	--------	--	--	----

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	3	UInt8	ro
1	VAR	Sensor info	IMPxxxx	Visible String	ro
2	VAR	Sensor range	xx.xxxxxx	FLOAT32	ro
3	VAR	Sensor serial No	xxxxxxx	Visible String	ro

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Sensor, [siehe Kap. 15.3.3](#).

#### 16.4.2.14 Objekt 2152h: Sensorauswahl

2152	RECORD	Sensor auswählen			ro
------	--------	------------------	--	--	----

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	1	UInt8	ro
1	VAR	Number of sensor	x	UInt8	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Sensor auswählen, [siehe Kap. 15.3.3](#), und Sensornummer, [siehe Kap. 15.3.3.2](#).

#### 16.4.2.15 Objekt 2156h: Anzahl Peaks Mehrschichtmaterialien

2156	RECORD	Multilayer options			ro
------	--------	--------------------	--	--	----

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	UInt8	ro
1	VAR	Peak count	x	FLOAT32	rw

- Peak count: Gibt an, wie viele Peaks ausgewertet werden sollen.

#### 16.4.2.16 Objekt 2162h: Peakoptionen

2162	RECORD	Peak options			ro
------	--------	--------------	--	--	----

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	UInt8	ro
1	VAR	Min threshold		FLOAT32	rw

- Min threshold: Erkennungsschwelle Peak, entspricht dem Kommando `MIN_THRESHOLD(_CH0x)`.

#### 16.4.2.17 Objekt 2163h: Peakauswahl

2163	RECORD	Peak selection			ro
------	--------	----------------	--	--	----

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	Uint8	ro
1	VAR	Measpeak sort		Uint8	rw

- MEASPEAK\_SORT [HEIGHT=0|DISTANCE=1]

Bestimmt die Auswahl der Peaks: `HEIGHT` (verwende die höchsten Peaks), `DISTANCE` (verwende die ersten Peaks).

#### 16.4.2.18 Objekt 21B0h: Digitale Schnittstellen

21B0	RECORD	Digitale Schnittstellen			ro
------	--------	-------------------------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	Uint8	ro
2	VAR	RS422 Baud-Rate	x	Uint32	rw
4	VAR	Ethermode		Uint8	rw

Subindex 2 entspricht dem Kommando `BAUDRATE`. Es sind nur die vorgegebenen Baudraten einstellbar: 9600, 115200, 230400, 460800, 691200, 921600, 1500000, 2000000, 3500000, 4000000.

Subindex 3 entspricht dem Kommando `ETHERMODE` und legt fest, ob der Controller im Ethernet- oder EtherCAT-Modus startet. Änderungen werden erst nach Basicsettings store und einem Neustart wirksam.

- 0 - Ethernet
- 1 - EtherCAT

#### 16.4.2.19 Objekt 21B1h: Auswahl Schnittstelle

21B1	RECORD	Enable output			ro
------	--------	---------------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	3	Uint8	ro
1	VAR	RS422	x	BOOL	rw
3	VAR	Analog out		BOOL	rw
4	VAR	Schaltausgänge		BOOL	rw

Entspricht dem Kommando `OUTPUT`. Es kann die parallele Ausgabe von Messwerten über die jeweilige Schnittstelle ein- und ausgeschaltet werden.

#### 16.4.2.20 Objekt 21C0h: Ethernet

21C0	RECORD	Ethernet			ro
------	--------	----------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	4	Uint8	ro
1	VAR	IP-Adresse	xxx.xxx.xxx.xxx	Visible String	rw
2	VAR	Subnetzmaske	xxx.xxx.xxx.xxx	Visible String	rw
3	VAR	Gateway	xxx.xxx.xxx.xxx	Visible String	rw
4	VAR	DHCP	FALSE	BOOL	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Ethernet IP-Einstellungen, [siehe Kap. 15.3.6.1](#).

##### DHCP:

- 0 - Statische IP-Adresse
- 1 - DHCP

### 16.4.2.21 Objekt 21D0h: Analogausgang

21D0	RECORD	Analogausgang			ro
------	--------	---------------	--	--	----

#### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	6	Uint8	ro
1	VAR	Analogausgang	x	Uint8	rw
2	VAR	Signal	x	Visible String	rw
3	VAR	Available signals		Visible String	ro
4	VAR	Type of scaling	x	Uint8	rw
5	VAR	Start Zweipunktskalierung	x.x	FLOAT32	rw
6	VAR	Ende Zweipunktskalierung	x.x	FLOAT32	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Analogausgang, [siehe Kap. 15.3.14](#).

#### Analogausgang:

- 0 - Spannung 0 ... 5 V
- 1 - Spannung 0 ... 10 V
- 7 - Strom 4 ... 20 mA
- Signal: Datenauswahl nur entsprechend des gewählten Messprogramms möglich

Es kann z.B. 01PEAK1 ausgewählt werden. In `Available signals` sind die zur Verfügung stehenden Signale aufgelistet.

#### Type of scaling:

- 0 - Standard Skalierung
- 1 - Zwei-Punkt Skalierung

### 16.4.2.22 Objekt 21F3h: Schaltausgang 1

21F3	RECORD	Analogausgang			ro
------	--------	---------------	--	--	----

#### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	7	Uint8	ro
1	VAR	Ausgabepegel		Uint8	rw
2	VAR	Error out		Uint8	rw
3	VAR	Limit signal		Visible String	rw
4	VAR	Available signals		Visible String	ro
5	VAR	Lower limit value		FLOAT32	rw
6	VAR	Upper limit value		FLOAT32	rw
7	VAR	Compare to		Uint8	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Schaltausgang, [siehe Kap. 15.3.13](#).

#### Ausgabepegel:

- 0 - PNP
- 1 - NPN
- 2 - Push-pull
- 3 - Push-pull negiert

#### Error out:

- 1 - 01ER1



- 2 - 01ER2
- 3 - 01ER12
- 4 - 02ER1
- 5 - 02ER2
- 6 - 02ER12
- 7 - 0102ER12
- 8 - ERRORLIMIT

Über `Limit signal` wird ein Messwert-Signal ausgewählt, das für den Vergleich herangezogen wird.

`Available signals` enthält eine Liste der verfügbaren Signale.

Compare to:

- 1 - Lower
- 2 - Upper
- 3 - Both

#### 16.4.2.23 Objekt 21F4h: Schaltausgang 2

Einzelheiten dazu finden Sie bei 21F3h.

#### 16.4.2.24 Objekt 2251h: Messrate

2251	RECORD	Messrate		FLOAT32	rw
------	--------	----------	--	---------	----

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Messrate.

#### 16.4.2.25 Objekt 24A0h: Keylock

24A0	RECORD	Keylock			ro
------	--------	---------	--	--	----

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	Uint8	ro
1	VAR	Modus	0	Uint8	rw
2	VAR	Verzögerung	0	Uint16	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Keylock, [siehe Kap. 15.3.15.3](#).

Mode:

- 0 - Inaktiv
- 1 - Aktiv
- 2 - Automatikmodus / Aktiv nach Verzögerung

#### 16.4.2.26 Objekt 24A2h: Multifunktionstaste

24A2	RECORD	Keyfunc			ro
------	--------	---------	--	--	----

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	4	Uint8	ro
1	VAR	Funktion 1	0	Uint8	rw
2	VAR	Funktion 2	0	Uint8	rw

Funktion 1 und 2:

- 0 - Taste ohne Funktion
- 4 - Mastern auslösen (MASTERSET)
- 5 - Mastern zurücksetzen (MASTERRESET)

- 6 - Ein- und Ausschalten der Lichtquelle

Der Subindex 4 im KEYFUNC-Befehl entspricht dem "Signal".

Beim Mastern über die (Function = 4) Taste gibt dieser Eintrag an, welches Signal für das Mastern verwendet werden soll.

#### 16.4.2.27 Objekt 25A0h: Encoder 1, 2

25A0	RECORD	Encoder			ro
------	--------	---------	--	--	----

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	10	Uint8	ro
1	VAR	Encoder 1 reference signal	x	Uint8	rw
2	VAR	Encoder 1 interpolation	x	Uint8	rw
3	VAR	Encoder 1 initial value	x	Uint32	rw
4	VAR	Encoder 1 maximum value	x	Uint32	rw
5	VAR	Encoder 1 set value	FALSE	BOOL	wo
6	VAR	Encoder 2 reference signal	x	Uint8	rw
7	VAR	Encoder 2 interpolation	x	Uint8	rw
8	VAR	Encoder 2 initial value	x	Uint32	rw
9	VAR	Encoder 2 maximum value	x	Uint32	rw
10	VAR	Encoder 2 set value	FALSE	BOOL	wo

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Encodereingänge, [siehe Kap. 4.4.11](#), und Encoder, [siehe Kap. 15.3.5](#).

Encoder reference signal:

- 0 - None, Referenzmarke des Encoders ohne Wirkung
- 1 - One, einmaliges Setzen
- 3 - Ever, setzen bei allen Marken

Encoder interpolation:

- 1 - Einfache Interpolation
- 2 - Zweifache Interpolation
- 3 - Vierfache Interpolation

Encoder initial value:

0 ...  $2^{32}-1$

Encoder maximal value:

0 ...  $2^{32}-1$

#### 16.4.2.28 Objekt 25A1h: Encoder 3

##### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	5	Uint8	ro
1	VAR	Encoder3 enable	x	BOOL	rw
2	VAR	Encoder3 interpolation	x	Uint8	rw
3	VAR	Encoder3 initial value	x	Uint32	ro
4	VAR	Encoder3 maximum value	x	Uint32	ro
5	VAR	Encoder3 set value	FALSE	BOOL	ro

#### 16.4.2.29 Objekt 2711h: Maskierung des Auswertebereichs

2711	RECORD	Range of interest			
------	--------	-------------------	--	--	--

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	Uint8	ro
1	VAR	Range of interest start	x	Uint16	rw
2	VAR	Range of interest end	x	Uint16	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Maskierung Auswertebereich, [siehe Kap. 6.2.2](#), [siehe Kap. 15.3.8.2](#).

#### 16.4.2.30 Objekt 2800h: Materialinformation

2800	RECORD	Material info and edit			
------	--------	------------------------	--	--	--

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	7	Uint8	ro
1	VAR	Material name	xxxxx	Visible String	rw
2	VAR	Material description	xxxxxxx	Visible String	rw
3	VAR	Gruppenindex	x.xxxx	FLOAT32	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Materialdatenbank, [siehe Kap. 15.3.9](#).

- Material name: Aktuell gewähltes Material für eine Dickenmessung
- Material description: Beschreibung des aktuell gewählten Materials
- Group index: Brechzahlen des aktuell gewählten Materials bei 845 nm

Hier kann das aktuelle Material im Expertenmodus auch editiert werden. Vorgenommene Einstellungen werden sofort gespeichert.

#### 16.4.2.31 Objekt 2802h: Materialtabelle bearbeiten

2802	RECORD	Material table edit			
------	--------	---------------------	--	--	--

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	4	Uint8	ro
1	VAR	Material delete	x	Visible String	wo
2	VAR	Reset materials	x	BOOL	wo
3	VAR	New material	x	BOOL	wo
4	VAR	Select material for edit	x	Visible String	wo

- Material delete: Angabe des Namens eines aus der Materialtabelle zu löschenden Materials
- Reset Materials: Rücksetzen der Materialtabelle auf Werkseinstellungen
- New material: Anlegen eines neuen Materials in der Materialtabelle. Anschließend ist das neu angelegte Material („NewMaterial“) im Objekt 2800h „Material info“ zu editieren.

Subindex 4 wählt das Material aus, das in Objekt 0x2800 editiert werden soll.

#### 16.4.2.32 Objekt 2803h: Vorhandene Materialien

2803	RECORD	Materialtabelle			
------	--------	-----------------	--	--	--

## Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	1	Uint8	ro
1	VAR	Material names list	„xx“ „xx“ ...	Visible String	ro

Hier finden Sie eine Liste aller verfügbaren Materialien: Luftkalibrierung / Luft / BK7 / D263T / Ethanol / Fused Silica / LaSF9 / Spiegel / N-SF6 / PC / PMMA / PS / Vakuum.

### 16.4.2.33 Objekt 2804h: Material auswählen

2804	RECORD	Materialauswahl			
------	--------	-----------------	--	--	--

#### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	5	UInt8	ro
1	VAR	Material 1	xx	Visible String	rw
...					
E	VAR	Material	xx	Visible String	rw

Angabe des Materials, dessen Eigenschaften in die Messwerte eingehen.

Das gewählte Material muss in der Materialtabelle vorhanden sein.

### 16.4.2.34 Objekt 2805h: Material zwischen Sensor und 1. Schicht

2805	RECORD	Material in front			
------	--------	-------------------	--	--	--

#### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	1	UInt8	ro
1	VAR	Material	xx	Visible String	rw

Angabe des Materials, das sich zwischen Sensorstirnfläche und der ersten Schicht des Messobjektes befindet.

### 16.4.2.35 Objekt 2A00h: Mastern

2A00	RECORD	Master 1			
------	--------	----------	--	--	--

#### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	5	UInt8	ro
1	VAR	Enable	xx	BOOL	rw
2	VAR	Signal	xx	Visible String	rw
3	VAR	Verfügbare Signale	xx	Visible String	ro
4	VAR	Set/reset	xx	BOOL	rw
5	VAR	Wert	xx	FLOAT32	rw

Mastern oder Nullsetzen eines Signals; es gibt 10 solcher Objekte (2A00h bis 2A09h). Verweis auf das Kommando `MAS-  
TERSIGNAL`. In Subindex wird angegeben welches Signal gemastert werden soll. Subindex 3 entspricht dem Kommando `META_`  
`MASTERSIGNAL`.

Subindex 4 entspricht dem Befehl `MASTER`.

### 16.4.2.36 Objekt 2A10h: Statistik

2A10	RECORD	Statistic 1			
------	--------	-------------	--	--	--

#### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	6	UInt8	ro
1	VAR	Enable		BOOL	rw
2	VAR	Signal		Visible String	rw
3	VAR	Verfügbare Signale		Visible String	ro
4	VAR	Infinite		BOOL	rw
5	VAR	Tiefe		UInt32	rw
6	VAR	Zurücksetzen		BOOL	rw

Die Objekte 2A10h bis 2A19h generieren 10 Statistik-Signale.

Subindex 3 entspricht dem Kommando `META_STATISTICSIGNAL`.

Subindex 6 entspricht dem Kommando `STATISTIC`.

Für jedes aktivierte Statistic-Objekt werden 3 Signale erzeugt, diese werden in Objekt 0x2E00 aufgelistet. Die Statistikfunktion kann auch auf ein User-Signal angewendet werden.

**Beispiel:** Von Dicke 1 (Kanal 1) soll über alle vergangenen Dickenwerte der minimale und der maximale Messwert ausgegeben werden.

- Aktivierung eines Statistik-Objekts  
2A10:01(Enable) auf TRUE. Per Default wird dann schon die Dicke 1 (01PEAK1) als Signal ausgewählt. Wünscht man sich von einem anderen Signal die Statistik, müsste in Subindex 2 noch das gewünschte Signal ausgewählt werden.
- Einstellung für alle vergangenen Dickenwerte  
2A10:04 (Infinite) auf True (STATISTICSIGNAL – INFINITE)

Zuordnung von benutzerdefiniertem Signal zu PDO

In Objekt 0x2E00h tauchen die neu erzeugten Signalnamen auf:

3E00:0	User calc	RO	> 60 <				
3E00:01	User calc 01	RO	01DIST1_MIN				
3E00:02	User calc 02	RO	01DIST1_PEAK	+	7C00:0	UserCalcOutput01	RO > 1 <
3E00:03	User calc 03	RO	01DIST1_MAX	+	7C01:0	UserCalcOutput02	RO > 1 <
3E00:04	User calc 04	RO		+	7C02:0	UserCalcOutput03	RO > 1 <
3E00:05	User calc 05	RO		+	7C03:0	UserCalcOutput04	RO > 1 <
3E00:06	User calc 06	RO		+	7C04:0	UserCalcOutput05	RO > 1 <
3E00:07	User calc 07	RO		+	7C05:0	UserCalcOutput06	RO > 1 <
3E00:08	User calc 08	RO		+	7C06:0	UserCalcOutput07	RO > 1 <
3E00:09	User calc 09	RO		+	7C07:0	UserCalcOutput08	RO > 1 <
3E00:0A	User calc 10	RO		+	7C08:0	UserCalcOutput09	RO > 1 <
				+	7C09:0	UserCalcOutput10	RO > 1 <

Die minimale Dicke wird in 0x7C00h und die maximale Dicke wird in 0x7C02h ausgegeben.

PDO Auswählen

UserCalcOutput01 – 0x7C00h wird mit Objekt 1B00h ausgewählt und 0x7C02h wird mit Objekt 1B10h ausgegeben.

1B00	UserCalc01 TxPDOMap	
	UserCalcOutput01	0x7C00
1B08	UserCalc02 TxPDOMap	
	UserCalcOutput02	0x7C01
1B10	UserCalc03 TxPDOMap	
	UserCalcOutput03	0x7C02

Extract with TxPDO Mapping, [siehe Kap. 16.4.1.7](#)

Vor dem Wechsel von PreOp zu SafeOp muss also in 0x1C13h, 0x1B00h und 0x1B10h ausgewählt werden:

0x00 (0)1B00	clear sm pdos (0x1C13)
0x1B00 (6912)	download pdo 0x1C13:01 index
0x1B10 (6928)	download pdo 0x1C13:02 index
0x02 (2)	download pdo 0x1C13 count

#### 16.4.2.37 Objekt 2C00h: Messwertberechnung

2C00	RECORD	Comp y			
------	--------	--------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	6	Uint8	ro
1	VAR	Typ		Uint16	rw
2	VAR	Name1		Visible String	rw
4	VAR	Signal1		Visible String	rw
5	VAR	Signal2		Visible String	rw
12	VAR	Verfügbare Signale		Visible String	ro
13	VAR	Factor1		FLOAT32	rw
14	VAR	Factor2		FLOAT32	rw
17	VAR	Offset		Integer32	rw
18	VAR	Param1		Uint32	rw

Die Objekte 2C00h bis 2C09h enthalten 10 Berechnungsmodule.

Type:

- 0 - None
- 1 - Gleitender Mittelwert (**MOVING**)
- 2 - Rekursiver Mittelwert (**RECURSIVE**)
- 3 - Median (**MEDIAN**)
- 4 - Berechnung (**CALC**)
- 8 - Dickenberechnung (**THICKNESS**)
- 9 - Copy

Sobald der Type geändert wird, werden für den ausgewählten Typ Default-Einstellungen geladen. Es können nur Signale aus dem entsprechenden Kanal ausgewählt werden.

In Abhängigkeit vom Typ haben alle weiteren Objekteinträge unterschiedliche Bedeutungen:

- Gleitender Mittelwert (**MOVING**):

4	Signal1	Signal, auf das der Filter angewendet wird (Standardwert 01PEAK1)
18	Param1	Mittelungszahl (default 2)

Wertebereich für Param1: 2|4|8|16|32|64|128|256|512|1024|2048|4096

- Rekursiver Mittelwert (**RECURSIVE**):

4	Signal1	Signal, auf das der Filter angewendet wird (Standardwert 01PEAK1)
18	Param1	Mittelungszahl (default 2)

Wertebereich für Param1: 2 ... 32000

- Median (**MEDIAN**):

4	Signal1	Signal, auf das der Filter angewendet wird (Standardwert 01PEAK1)
18	Param1	Mittelungszahl (default 3)

Wertebereich für Param1: 3|5|7|9

- Berechnung (**CALC**), bestehend aus zwei Summanden (Signal), Vorzeichen/Skalierung (Factor) und einer Konstante (Offset);

Formel:  $CALC = (<factor1> * <signal1>) + (<factor2> * <signal2>) + <offset>$

Das Ergebnis der Berechnung wird in eine neue Variable <name> geschrieben.

4, 5	Signal1 Signal2	Signal, das für die Berechnung verwendet werden soll
13, 14	Factor1 Factor2	Wertebereich -32768,0 .. 32767,0 (Einheit mm)
17	Offset	Wertebereich -21,47 .. 21,47 (Einheit mm)
2	Name	Name Berechnungsblock; Länge min 2 Zeichen, max. 15 Zeichen. Erlaubte Zeichen a-zA-Z0-9, der Name muss mit einem Buchstaben beginnen. Nicht erlaubt sind Kommandonamen, z. B. STATISTIC, MASTER, NONE, ALL.

- **THICKNESS:** Dickenberechnung (Differenz) aus zwei Peaks;  
Formel:  $THICKNESS = \langle signal1 \rangle - \langle signal2 \rangle$   
Das Ergebnis der Berechnung wird in eine neue Variable  $\langle name \rangle$  geschrieben.

4, 5	Signal1 Signal2	Signal, das für die Dicken-Berechnung verwendet werden soll; Signal1 > Signal2
2	Name	Name Berechnungsblock; Länge min 2 Zeichen, max. 15 Zeichen. Erlaubte Zeichen a-zA-Z0-9, der Name muss mit einem Buchstaben beginnen. Nicht erlaubt sind Kommandonamen, z. B. STATISTIC, MASTER, NONE, ALL.

- **COPY:** Dupliziert ein Signal
- **NONE:** löscht einen Berechnungsblock

Der Subindex 12 *Available signals* listet die möglichen Signale für die Messwertberechnung.

**i** Der Objekt-Index bestimmt die Reihenfolge der Bearbeitung.  
Entspricht der Parameter-ID des ASCII-Befehls.

**Beispiel:** Das Signal 01PEAK1 soll mit einem Medianfilter und einem Mittelwertfilter gefiltert werden; Reihenfolge ist Medianfilter, dann Mittelwertfilter.

1	Typ	3 (Median)
4	Signal1	01PEAK1
18	Param1	<Mittelungszahl>

Tab. 16.4: 0x2C00

1	Typ	2 (Rekursiver Mittelwert)
4	Signal1	01PEAK1
18	Param1	<Mittelungszahl>

Tab. 16.5: 0x2C01

Filter können auch auf User-Signale angewendet werden.

#### 16.4.2.38 Objekt 2E00h: Benutzersignale

2E00	RECORD	User calc			
------	--------	-----------	--	--	--

#### Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	60	UInt8	ro
1	VAR	User calc 01		Visible String	ro
2	VAR	User calc 02		Visible String	ro
...					
3C	VAR	User calc 60		Visible String	ro

Namen der Benutzer-Signale, die in den Objekten 0x7C0xh ausgegeben werden. Die Reihenfolge gibt die Reihenfolge der PDO-Daten vor. Die Auswahl der PDOs erfolgt über die Objekte 0x1B0xh.

## 16.5 Mappable Objects - Prozessdaten

Stellt alle einzeln verfügbaren Prozessdaten dar.

Die Objekte 0x600x, 0x680x, 0x700x und 0x7C0x sind wie folgt aufgebaut:

[INDEX]	[NAME]			
0	Subindex 0	Int8	READ	1 (fix)
1	Subindex 1	[DATA TYPE]	READ	-

Objekte 0x6000: Prozessdaten von Kanal 1.

Objekte 0x7000: System Prozessdaten (Prozessdaten, die nicht pro Kanal verfügbar sind).

Objekte 0x7C00: Berechnete Prozessdaten.

- i Nach dem Einschalten sind die Prozessdaten über die Objekte noch nicht verfügbar. Erst nach einem erfolgreichen Statuswechsel von PreOP zu SafeOP sind die Prozessdaten verfügbar, die über Objekt 0x1C13h bzw. die Mapping-Objekte für die PDO-Ausgabe ausgewählt wurden. Bei einem Statuswechsel von SafeOP zu OP sind alle zuvor ausgewählten Prozessdaten immer noch verfügbar.

INDEX	NAME	Datentyp/ Wertebereich	Skalierung	Unit
6000	01PEAK1 (Dickenwert)	INT32 -2 <sup>32</sup> -1 ... +2 <sup>32</sup> -1	10	pm
6030	SHUTTER	UINT32 10 ... 100000	value / 10	µs
6050	ENCODER1	UINT32 0 ... 2 <sup>32</sup> -1		Ticks
6051	ENCODER2	UINT32 0 ... 2 <sup>32</sup> -1		Ticks
6052	ENCODER3	UINT32 0 ... 2 <sup>32</sup> -1		Ticks
7000	COUNTER	UINT32 0 ... 2 <sup>32</sup> -1		
7001	TIMESTAMP	UINT32 0 ... 2 <sup>32</sup> -1	value / 1000000	s
7002	FREQUENCY	UINT32 1538 ... 100000	10*1000 / value	kHz
7C00	UserCalcOutput01	INT32 -2 <sup>32</sup> -1 ... +2 <sup>32</sup> -1	10	pm
7C01	UserCalcOutput02	INT32 -2 <sup>32</sup> -1 ... +2 <sup>32</sup> -1	10	pm
...	...	...		
7C3B	UserCalcOutput60	INT32 -2 <sup>32</sup> -1 ... +2 <sup>32</sup> -1	10	pm

Tab. 16.6: Mappable Objects

## 16.6 Fehlercodes für SDO-Services

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



Fehlercode hexadezimal	Bedeutung
0503 0000	Toggle-Bit hat sich nicht geändert.
0504 0000	SDO-Protokoll Timeout abgelaufen
0504 0001	Ungültiges Kommando eingetragen
0504 0005	Nicht genügend Speicher
0601 0000	Zugriff auf Objekt (Parameter) nicht unterstützt.
0601 0001	Leseversuch auf einen „nur schreib Parameter“
0601 0002	Schreibversuch auf einen „nur lese Parameter“
0602 0000	Objekt (Parameter) ist nicht im Objektverzeichnis aufgeführt.
0604 0041	Objekt (Parameter) ist nicht auf PDO abbildbar.
0604 0042	Anzahl oder Länge der zu übertragenden Objekte überschreitet PDO-Länge
0604 0043	Allgemeine Parameterinkompatibilität
0604 0047	Allgemeine interne Geräte-Inkompatibilität
0606 0000	Zugriff verweigert wegen eines Hardwarefehlers
0607 0010	Falscher Datentyp oder Länge des Service-Parameters stimmt nicht.
0607 0012	Falscher Datentyp oder Länge des Service-Parameters zu groß
0607 0013	Falscher Datentyp oder Länge des Service-Parameters zu klein
0609 0011	Subindex existiert nicht.
0609 0030	Ungültiger Wert des Parameters (nur bei Schreibzugriff)
0609 0031	Wert des Parameters zu groß
0609 0032	Wert des Parameters zu klein
0609 0036	Maximalwert unterschreitet Minimalwert.
0800 0000	Allgemeiner Fehler
0800 0020	Daten können nicht in Anwendung übertragen oder gespeichert werden.
0800 0021	Daten können nicht in Anwendung übertragen oder gespeichert werden, wegen lokaler Steuerung.
0800 0022	Daten können nicht in Anwendung übertragen oder gespeichert werden, wegen Gerätezustand.
0800 0023	Dynamische Generierung des Objektverzeichnisses fehlgeschlagen oder kein Objektverzeichnis verfügbar

## 16.7 Oversampling

Im Betrieb ohne Oversampling wird mit jedem Feldbuszyklus der letzte angefallene Messwertdatensatz zum EtherCAT-Master übertragen, [siehe Kap. 16.4.1.7](#). Für große Feldbuszykluszeiten stehen somit viele Messwertdatensätze nicht zur Verfügung. Mit dem konfigurierbarem Oversampling werden alle (oder auswählbare) Messwertdatensätze gesammelt und beim nächsten Feldbuszyklus gemeinsam zum Master übertragen.

Der Oversampling-Faktor gibt an, wie viele Samples pro Buszyklus übertragen werden. Ein Oversampling-Faktor von z. B. 2 bedeutet, dass pro Buszyklus 2 Samples übertragen werden.

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

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

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

Beispielrechnung:

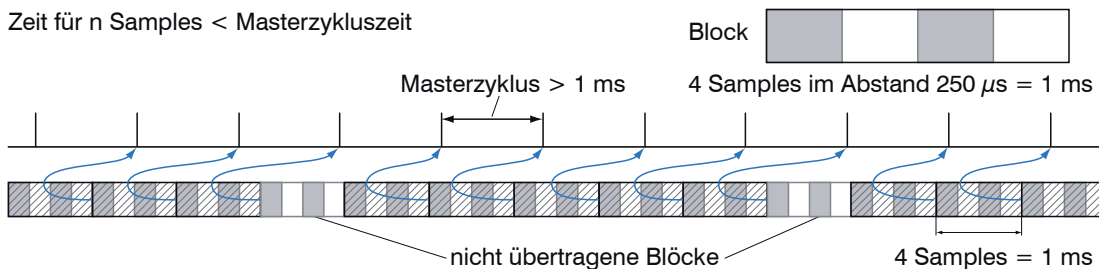
- Der Feldbus/EtherCAT Master wird mit 1 ms Zykluszeit betrieben, weil die übergeordnete SPS mit 1 ms Zykluszeit betrieben wird. Damit wird an das interfeROMETER alle 1 ms ein EtherCAT-Frame zur Abholung der Prozessdaten geschickt.  
Ist die Messfrequenz auf 4 kHz eingestellt, muss ein Oversampling von 4 eingestellt werden.
- Startup-Prozedur, um den Dickenwert 1 (01PEAK1) mit einem Oversampling-Faktor von 4 auszugeben.

- Setzen Sie das Objekt Peak count 2156:01h auf 1, um eine Dicke zu erhalten.
- Dicke 1 wird in Objekt 6000h ausgegeben. Um dieses Objekt im PDO zu übertragen, muss in Objekt 0x1C13:01h, PDO-Map-Objekt 0x1A00 ausgewählt werden. Für das 4-Fach Oversampling muss jedoch 0x1A02 (Basisindex 0x1A00 + 2) ausgewählt werden.

⊕ 1A01:0	Ch01Dist1 TxPDOMap OV2	RO	> 2 <
⊖ 1A02:0	Ch01Dist1 TxPDOMap OV4	RO	> 4 <
1A02:01	Subindex 001	RO	0x6000:01, 32
1A02:02	Subindex 002	RO	0x6000:01, 32
1A02:03	Subindex 003	RO	0x6000:01, 32
1A02:04	Subindex 004	RO	0x6000:01, 32
⊕ 1A03:0	Ch01Dist1 TxPDOMap OV8	RO	> 8 <

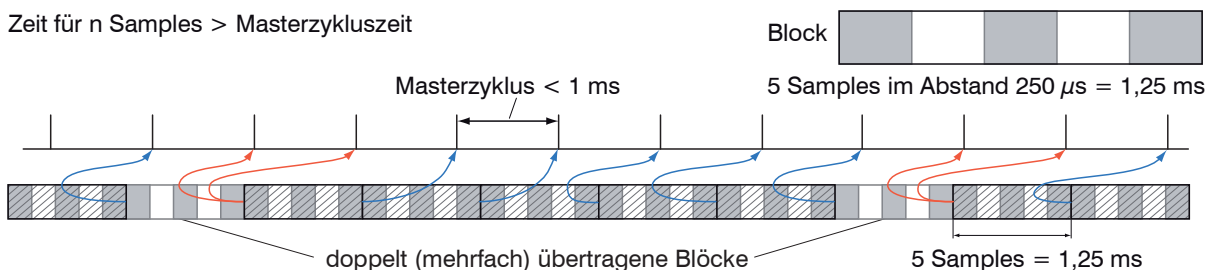
Um aufgrund der Asynchronität zwischen Masterzyklus und Slavezyklus sicherzustellen, dass keine Samples verloren gehen, sollte die Masterzykluszeit immer kleiner als die Zeit für das Zusammenstellen eines Blockes aus  $n$  Samples sein. Ein ganzer Block wird mit den angegebenen Samples erst der EtherCAT - Seite zur Verfügung gestellt, nachdem alle angegebenen Samples in den Block geschrieben wurden. Ist die Zeit für das Füllen eines Blockes kürzer als die Masterzykluszeit, werden einzelne Blöcke nicht übertragen. Es kann nämlich vorkommen, dass bereits der nächste Block mit Samples gefüllt wird, bevor mit einem Masterzyklus der bereits vorher gefüllte Block abgeholt wird.

Zeit für  $n$  Samples < Masterzykluszeit



Wird die Anzahl der Samples dagegen so groß gewählt, dass die Zeit für das Füllen eines Blockes größer als die Masterzykluszeit wird, wird jeder Block durch einen Masterzyklus abgeholt. Allerdings werden einzelne Blöcke (und somit Samples) doppelt oder mehrfach übertragen. Das kann durch Übertragen des Timestamp oder Counter (siehe Objekt 0x7000) auf der Masterseite detektiert werden.

Zeit für  $n$  Samples > Masterzykluszeit



## 16.8 Berechnung

Setzen eines Filters oder einer Funktion, [siehe Kap. 16.4.2.38](#).

## 16.9 Betriebsmodi

### 16.9.1 Free Run

Keine Synchronisierung. Ein Update der PDOs erfolgt nach der internen Messrate. Die Messrate wird über das Objekt 0x2251h eingestellt.

Nutzen Sie den Messwert-Zähler in 0x7000h bzw. 0x1AE0h, damit durch die fehlende Synchronisation Messwerte nicht doppelt ausgewertet werden.

### 16.9.2 Distributed Clocks SYNC0 Synchronisierung

Die Messrate wird durch die SYNC0-Zykluszeit vorgegeben. In diesem Modus kann ein EtherCAT Master die Messwertaufnahme zur EtherCAT-Zykluszeit synchronisieren und die Messwertaufnahme mehrerer Controller synchronisieren.

In der ESI-XML-Datei sind vordefinierte SYNC0-Zykluszeiten vorhanden.

Es kann aber jede beliebige Zykluszeit zwischen 41.667 ns (Messrate = 24 kHz) und 10.000.000 ns (Messrate = 0,1 kHz) eingestellt werden.

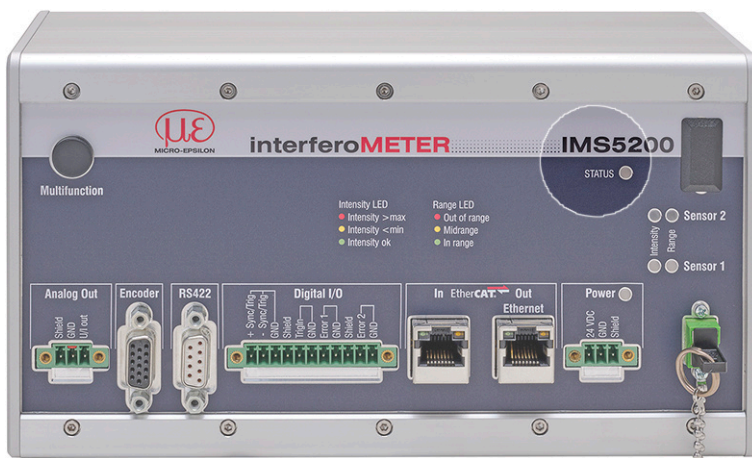
### 16.10 FFT-Signal über SDO

Die Ausgabe des FFT-Signals wird über das Objekt 0x2142:1h aktiviert.

Mit jedem Auslösen eines FFT-Bildes über das Objekt 0x2141:2h werden in Objekt 0x8000h (Kanal 1) und 0x8800 (Kanal 2) die Daten des neuen Bildes abgelegt. Die Daten werden als 1024 Byte Octet-String bereitgestellt. Auf der Seite des EtherCAT Masters müssen die Daten als Vektor von 16 Bit vorzeichenlosen Integer interpretiert werden.

Die Ausgabe des FFT-Signals kann parallel zur PDO-Ausgabe von Prozessdaten erfolgen. Die Prozessdaten in den Objekten 0x6000h bis 0x7FFFh werden aber nicht mehr zyklisch aktualisiert sobald ein FFT-Signal aktiviert wurde, sondern mit dem Auslösen eines FFT-Bildes. Damit wird sichergestellt, dass zu jedem FFT-Bild der für dieses Bild berechnete Dickenwert zugeordnet werden kann.

### 16.11 Bedeutung der STATUS-LED im EtherCAT-Betrieb



Status-LED	<b>Grün-Zustand:</b>	
	Grün aus	Zustand INIT
	Grün blinkend 2,5 Hz	PRE-OP-Zustand
	Grün Single Flash, 200 ms ON / 1000 ms OFF	SAFE-OP-Zustand
	Grün an	OP-Zustand
	<b>Rot-Störungen (werden in den Pausen der grünen LED angezeigt):</b>	
	Rot aus	Keine Störung
	Rot blinkend 2,5 Hz	ungültige Konfiguration
	Rot Single Flash, 200 ms ON / 1000 ms OFF	Nicht angeforderte Zustandsänderung
	Rot Double Flash, 200 ms ON / 200 ms OFF 200 ms ON 400 ms OFF	Zeitüberschreitung des Watchdog
	Rot blinkend 10 Hz	Fehler beim Initialisieren

### 16.12 EtherCAT-Konfiguration mit dem Beckhoff TwinCAT®-Manager

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

- i Bevor Sie EtherCAT am Controller nutzen können, muss der Controller auf den Betrieb mit EtherCAT programmiert sein, [siehe Kap. 16.2](#).

- Kopieren Sie die Gerätebeschreibungsdatei (EtherCAT®-Slave-Information) in das Verzeichnis `TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT`, bevor das Messgerät mit EtherCAT® konfiguriert werden kann.

IMS5200-TH <Micro-Epsilon\_interferometer\_5200.xml>  
 IMS5200MP-TH

Die aktuelle Gerätebeschreibungsdatei finden Sie hier: [IMC5200\\_EtherCAT\\_XML.zip](#)

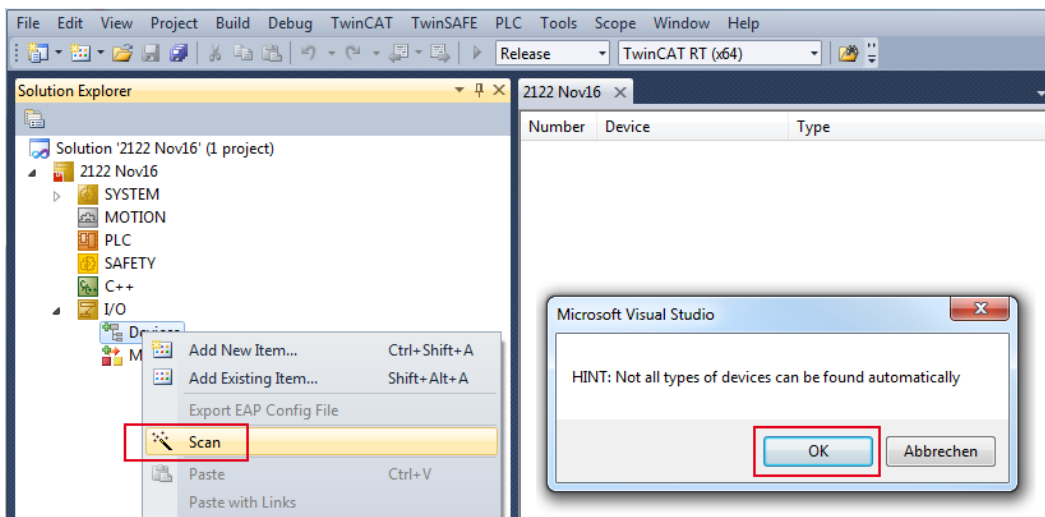
- Löschen Sie eventuell vorhandene ältere Dateien.

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

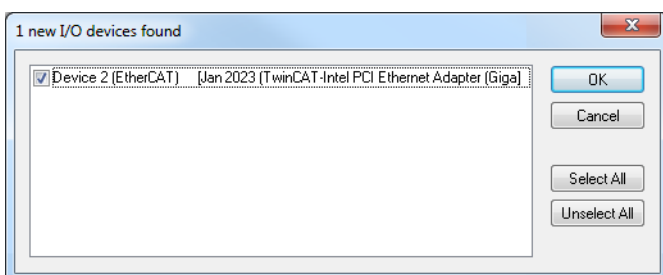
- Starten Sie den TwinCAT-Manager nach dem Kopieren neu.

Suchen eines Gerätes:

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

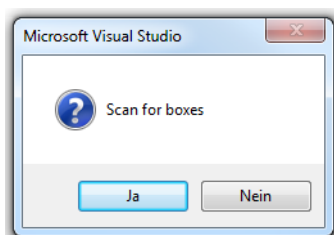


- Wählen Sie eine Netzwerkkarte aus, an der nach EtherCAT®-Slaves gesucht werden soll.
- Bestätigen Sie mit `OK`.



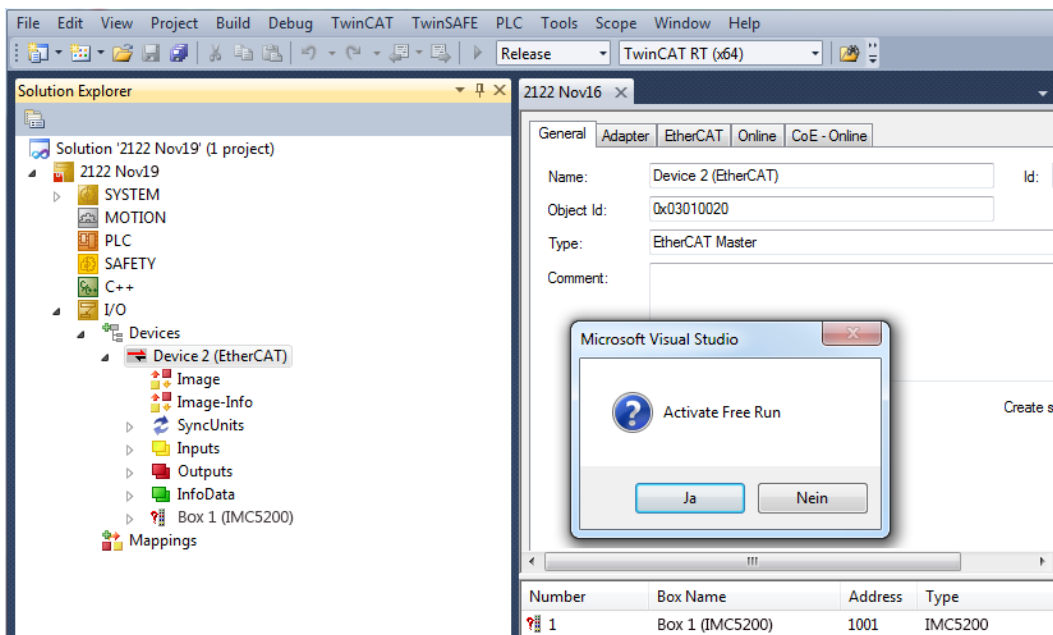
Es erscheint das Fenster „Nach neuen Boxen suchen“ (EtherCAT®-Slaves).

- Bestätigen Sie mit `Ja`.

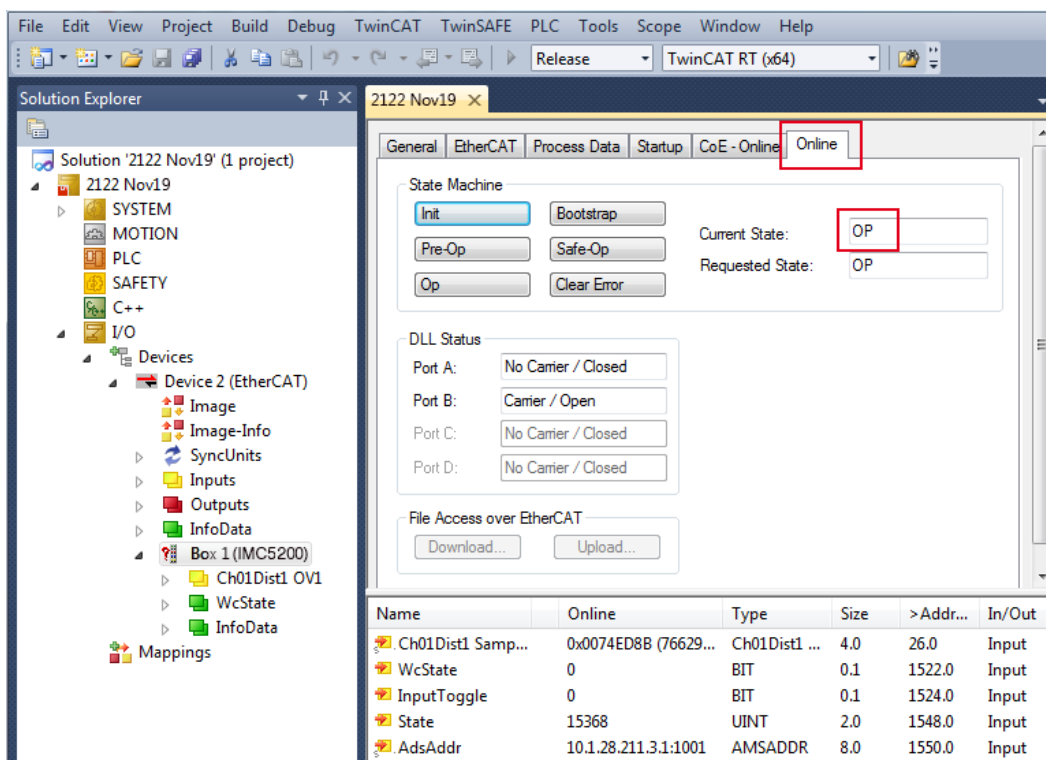


Das interfeRoMETER ist nun in einer Liste aufgeführt.

- Bestätigen Sie nun das Fenster `Activate Free Run` mit Ja.



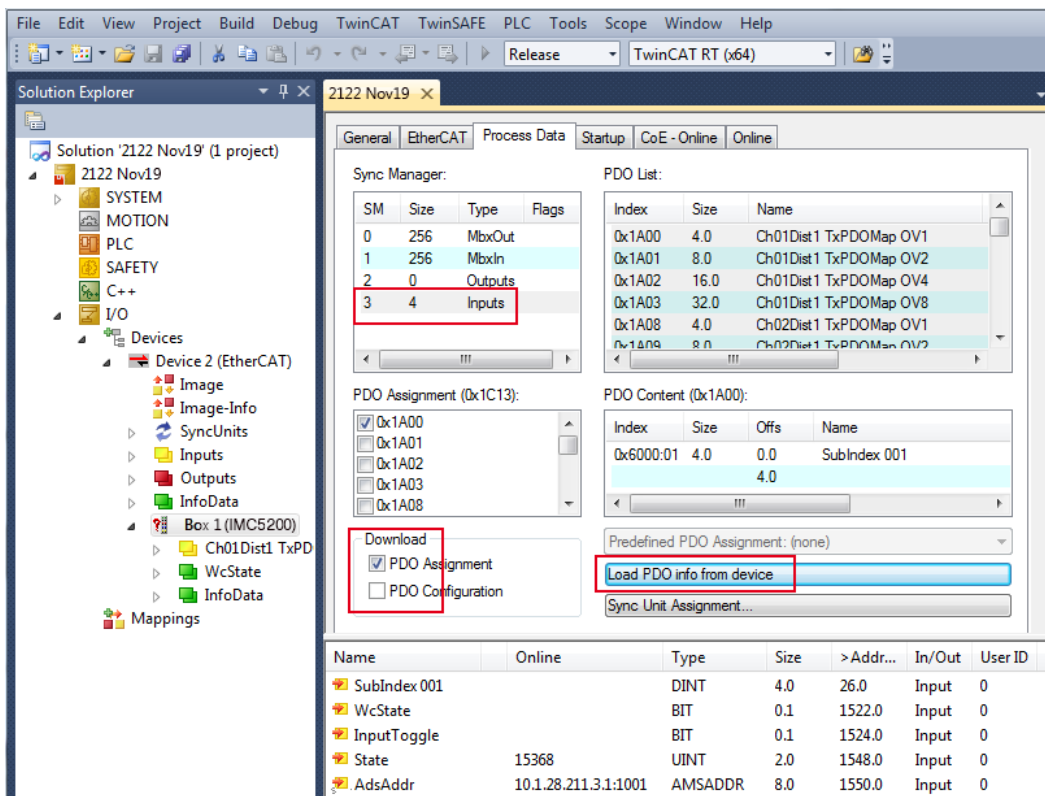
Auf der `Online` Seite sollte der aktuelle Status mindestens auf `PREOP`, `SAFEOP` oder `OP` stehen.



Falls in `Current State` `ERR PREOP` erscheint, wird im Meldungsfenster die Ursache gemeldet. Das wird dann der Fall sein, wenn die Einstellungen für das PDO-Mapping im Controller andere sind, als die Einstellungen in der ESI-Datei.

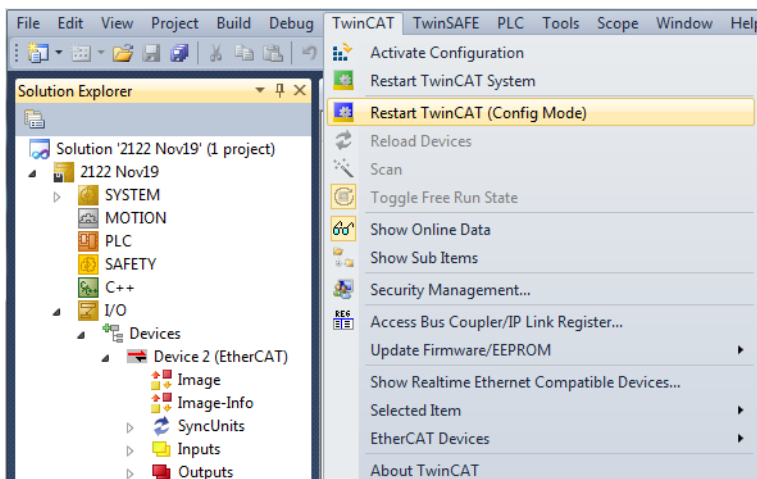
Im Auslieferungszustand des Messgerätes ist nur ein Messwert (Dicke 1) als Ausgabegröße (sowohl im Controller als auch in der ESI-Datei) eingestellt.

Über den Prozessdaten-Tab können weitere Daten ausgewählt werden.



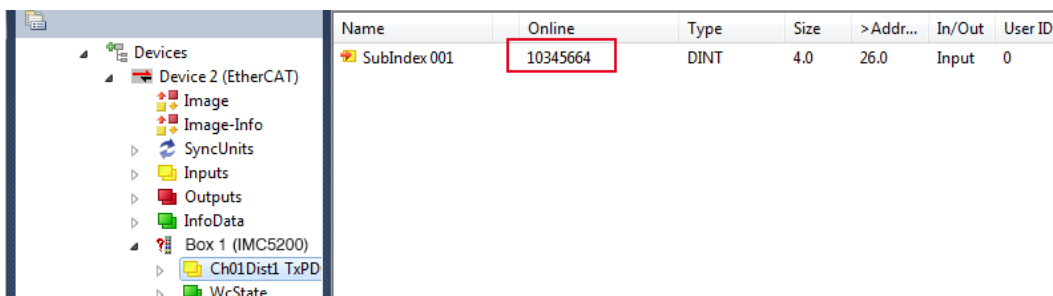
Sie können nun den Umfang der verfügbaren Prozessdaten und die Zuordnung der Sync-Manager einsehen.

- Wählen Sie nun unter dem Menüpunkt **TwinCAT** den Reiter **Restart TwinCAT (Config Mode)**.



Die Konfiguration ist nun abgeschlossen.

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





## 17 Telnet

## 17.1 Allgemein

Der Telnet-Dienst ermöglicht Ihnen das Kommunizieren mit dem IMS5x00 vom PC aus. Für die Kommunikation mit Telnet benötigen Sie

- eine bestehende Ethernet-Verbindung zwischen IMS5x00 und Ihrem PC,
- die ASCII-Befehle, [siehe Kap. 15](#).

## 17.2 Verbindungsaufbau

- ▶ Starten Sie das Programm `Telnet.exe` über das Startmenü > Ausführen.
- ▶ Tippen Sie den Befehl `o 169.254.168.150` bzw. der IP-Adresse des Controllers ein.

-> 169.254.168.150

```

      .----- .
      /               \
      / |       | /      )\
      | |       | \____ |
      | |       | /      |
      \  |\_/ | (\____) /
          ,|

```

Connected with the MICRO-OPTRONIC terminal server.  
Your IP 169.254.168.1, your local port number 51719. You  
are connected to port number 23.

*Abb. 17.1: Telnet Start-Bildschirm*

Ein Befehl besteht immer aus dem Befehlsnamen und Null oder mehreren Parametern, die durch Leerzeichen getrennt sind. Der aktuell eingestellte Parameterwert wird zurückgegeben, wenn ein Befehl ohne Parameter aufgerufen wird.

Das Ausgabe-Format ist:

<Befehlsname> <Parameter1> [<Parameter2> [...]]

Der zurückerhaltene Befehl kann ohne Änderungen wieder für das Setzen des Parameters verwendet werden. Nach der Verarbeitung eines Befehls wird immer ein Zeilenumbruch und ein Prompt zurückgegeben („->“). Im Fehlerfall steht vor dem Prompt eine Fehlermeldung welche mit `Exx` beginnt, wobei xx für eine eindeutige Fehlernummer steht.

- i Wird nach dem Senden der IP-Adresse kein Verbindungsaufbau bestätigt, senden Sie ein c für Schließen der Verbindung. Senden Sie nun erneut den Befehl `o 169.254.168.150` für den Verbindungsaufbau.

## 17.3 Fehlermeldungen

Folgende Fehlermeldungen können auftreten:

- E01 Unbekanntes Kommando: Es wurde eine unbekannte Parameter-ID übergeben.
- E06 Zugriff verweigert: Auf diesen Parameter kann momentan nicht zugegriffen werden. Eventuell ist der Controller nicht im Experten-Modus oder der Parameter ist durch andere Einstellungen nicht sichtbar.
- E08 Unbekannter Parameter: Es wurden zu wenig Parameter übergeben.
- E11 Der eingegebene Wert liegt außerhalb des Gültigkeitsbereichs, bzw. das Format ist ungültig: Der übergebene Wert liegt außerhalb des Gültigkeitsbereichs.

Der Text der Fehlermeldungen hängt von der eingestellten Sprache ab. Die Kennung der Fehlermeldung (Exx) ist für jede Sprache die gleiche.



MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GmbH & Co. KG  
Königbacher Str. 15 94496 Ortenburg / Deutschland  
Tel. +49 (0) 8542 / 168-0 Fax +49 (0) 8542 / 168-90  
info@micro-epsilon.de <https://www.micro-epsilon.de>  
Your local contact: [www.micro-epsilon.com/contact/worldwide/](https://www.micro-epsilon.com/contact/worldwide/)

X9750498-A012016MSC  
© MICRO-EPSILON MESSTECHNIK