



## Betriebsanleitung interferoMETER

IMS5420-TH24  
IMS5420MP-TH24  
IMS5420IP67-TH24

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

94496 Ortenburg / Deutschland

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



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

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Sicherheit</b> .....	<b>9</b>
1.1	Verwendete Zeichen .....	9
1.2	Warnhinweise.....	9
1.3	Hinweise zur Produktkennzeichnung.....	9
1.3.1	CE-Kennzeichnung.....	9
1.3.2	UKCA-Kennzeichnung.....	10
1.4	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	10
1.5	Bestimmungsgemäßes Umfeld .....	10
<b>2.</b>	<b>Lasersklasse</b> .....	<b>11</b>
<b>3.</b>	<b>Funktionsprinzip, Technische Daten</b> .....	<b>12</b>
3.1	Kurzbeschreibung .....	12
3.2	Messprinzip.....	12
3.3	Begriffsdefinition .....	13
3.4	Betriebsart.....	13
3.5	Sensorik .....	13
3.6	Technische Daten IMS5420.....	14
<b>4.</b>	<b>Lieferung</b> .....	<b>16</b>
4.1	Lieferumfang .....	16
4.2	Lagerung.....	16
<b>5.</b>	<b>Montage</b> .....	<b>17</b>
5.1	IMC5420 und IMC5420MP Controller .....	17
5.2	IMC5420IP67-TH24 Controller.....	18
5.3	Bedienelemente IMC5420 und IMC5420MP .....	19
5.4	Bedienelemente IMC5420IP67-TH24 .....	19
5.5	LEDs Controller IMC5420 und IMC5420MP .....	20
5.6	LEDs Controller IMC5420IP67.....	20
5.7	Elektrische Anschlüsse IMC5420 und IMC5420MP Controller.....	21
5.7.1	Anschlussmöglichkeiten .....	21
5.7.2	Handhabung der steckbaren Schraubklemmen .....	21
5.7.3	Massekonzept, Schirmung.....	21
5.7.4	Versorgungsspannung (Power) .....	22
5.7.5	RS422 .....	22
5.7.6	Ethernet, EtherCAT .....	22
5.7.7	Analogausgang .....	23
5.7.8	Schaltausgänge (Digital I/O).....	24
5.7.9	Synchronisation (Ein-/Ausgänge).....	25
5.7.10	Triggerung .....	26
5.7.11	Encodereingänge.....	27
5.8	Elektrische Anschlüsse IMC5420IP67-TH24 Controller.....	28
5.8.1	Anschlussmöglichkeiten .....	28
5.8.2	Massekonzept, Schirmung.....	28
5.8.3	Versorgungsspannung (Power) .....	29
5.8.4	RS422 .....	29
5.8.5	Ethernet .....	29
5.9	Sensorkabel.....	30
5.10	Sensorik .....	32
5.10.1	Abmessungen Sensor.....	32
5.10.2	Messbereichsanfang .....	32
5.10.3	Befestigung, Montageadapter.....	33
<b>6.</b>	<b>Betrieb</b> .....	<b>34</b>
6.1	Inbetriebnahme.....	34
6.2	Bedienung mittels Ethernet .....	34
6.2.1	Voraussetzungen.....	34
6.2.2	Zugriff über Webinterface.....	35
6.3	Sensor auswählen .....	36
6.4	Taste Multifunction .....	36
6.5	Positionierung Messobjekt, Dickenmessung .....	37
6.6	Presets, Setups, Messkonfiguration, Signalqualität.....	38
6.7	FFT-Signal.....	40
6.8	Dickenmessung mit Webseiten-Anzeige.....	42
6.9	Einstellungen speichern/laden .....	44
<b>7.</b>	<b>Erweiterte Einstellungen</b> .....	<b>45</b>
7.1	Eingänge.....	45
7.1.1	Synchronisation.....	45
7.1.2	Encoder .....	45
7.1.3	Tastenfunktion .....	45
7.1.4	Eingangsspiegel .....	45
7.1.5	Termination .....	45
7.2	Messwertaufnahme .....	46
7.2.1	Messrate .....	46
7.2.2	Maskierung des Auswertebereichs.....	47
7.2.3	Belichtungsmodus.....	47
7.2.4	Erkennungsschwelle .....	48

7.2.5	Messpeak Sortierung .....	48
7.2.6	Anzahl Peaks .....	50
7.2.7	Materialauswahl .....	52
7.2.8	Triggerung .....	54
7.2.8.1	Allgemein .....	54
7.2.8.2	Triggerung der Messwertaufnahme .....	55
7.2.8.3	Triggerung der Messwertausgabe .....	55
7.2.8.4	Triggerzeitdifferenz .....	55
7.3	Signalverarbeitung, Berechnung .....	56
7.3.1	Datenquelle, Parameter, Rechenprogramme .....	56
7.3.2	Definitionen .....	57
7.3.3	Messwertmittelung .....	58
7.3.3.1	Gleitender Mittelwert .....	58
7.3.3.2	Rekursiver Mittelwert .....	59
7.3.3.3	Median .....	60
7.4	Nachbearbeitung .....	61
7.4.1	Nullsetzen, Mastern .....	61
7.4.2	Statistik .....	62
7.4.3	Datenreduktion, Ausgabe-Datenrate .....	63
7.4.4	Fehlerbehandlung (Letzten Wert halten) .....	63
7.5	Ausgänge .....	64
7.5.1	Allgemein .....	64
7.5.2	RS422 .....	64
7.5.3	Datenausgabe Ethernet .....	64
7.5.4	Analogausgang .....	65
7.5.4.1	Berechnung des Messwerts am Stromausgang .....	66
7.5.4.2	Ausgabe des Messwerts am Spannungsausgang .....	66
7.5.5	Digitalausgänge, Grenzwertüberwachung .....	67
7.5.6	Datenausgabe, Schnittstellenauswahl .....	67
7.5.7	Einstellungen Ethernet .....	68
7.6	Systemeinstellungen .....	69
7.6.1	Einheit im Webinterface .....	69
7.6.2	Sprachunterstützung .....	69
7.6.3	Tastensperre .....	69
7.6.4	Laden und Speichern .....	69
7.6.5	Import, Export .....	70
7.6.6	Zugriffsberechtigung .....	71
7.6.7	Controller rücksetzen .....	72
7.6.8	Lichtquelle .....	72
7.6.9	Materialtabelle .....	72
7.6.10	Wechsel Ethernet EtherCAT .....	72
<b>8.</b>	<b>Dickenmessung .....</b>	<b>73</b>
8.1	Voraussetzungen .....	73
8.2	Auswahl des Sensors .....	73
8.3	Materialauswahl .....	73
8.4	FFT-Signal .....	74
8.4.1	Messwertanzeige .....	74
<b>9.</b>	<b>Haftungsausschluss .....</b>	<b>75</b>
<b>10.</b>	<b>Service, Reparatur .....</b>	<b>75</b>
<b>11.</b>	<b>Außerbetriebnahme, Entsorgung .....</b>	<b>75</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>76</b>
<b>A 1</b>	<b>Zubehör, Serviceleistungen .....</b>	<b>76</b>
<b>A 2</b>	<b>Werkseinstellung .....</b>	<b>77</b>
<b>A 3</b>	<b>ASCII-Kommunikation mit Controller .....</b>	<b>78</b>
A 3.1	Allgemein .....	78
A 3.2	Übersicht Befehle .....	78
A 3.3	Allgemeine Befehle .....	81
A 3.3.1	Allgemein .....	81
A 3.3.1.1	Hilfe .....	81
A 3.3.1.2	Controller-Information .....	81
A 3.3.1.3	Antworttyp .....	81
A 3.3.1.4	Parameterübersicht .....	81
A 3.3.1.5	Synchronisation .....	82
A 3.3.1.6	Terminierungswiderstand an Sync/Trig .....	82
A 3.3.1.7	Controller booten .....	82
A 3.3.1.8	Zähler zurücksetzen .....	82
A 3.3.2	Benutzerebene .....	83
A 3.3.2.1	Wechsel der Benutzerebene .....	83
A 3.3.2.2	Wechsel in die Benutzerebene .....	83
A 3.3.2.3	Abfrage der Benutzerebene .....	83
A 3.3.2.4	Einstellen des Standardnutzers .....	83
A 3.3.2.5	Kennwort ändern .....	83

A 3.3.3	Sensor .....	84
	A 3.3.3.1 Info zu Kalibriertabellen .....	84
	A 3.3.3.2 Sensornummer .....	84
	A 3.3.3.3 Sensorinformation.....	84
	A 3.3.3.4 Pilotlaser.....	84
	A 3.3.3.5 SLED .....	84
A 3.3.4	Triggerung .....	85
	A 3.3.4.1 Triggerquelle .....	85
	A 3.3.4.2 Ausgabe von getriggerten Werten, mit/ohne Mittelung .....	85
	A 3.3.4.3 Triggerart.....	85
	A 3.3.4.4 Aktivpegel des Triggereingangs .....	85
	A 3.3.4.5 Software - Triggerimpuls.....	85
	A 3.3.4.6 Anzahl der auszugebenden Messwerte .....	85
	A 3.3.4.7 Pegelauswahl Triggereingang TrigIn .....	85
	A 3.3.4.8 Maximale Encoder-Triggerung.....	86
	A 3.3.4.9 Minimale Encoder-Triggerung .....	86
	A 3.3.4.10 Schrittweite Encoder-Triggerung .....	86
	A 3.3.4.11 Beispiel.....	86
A 3.3.5	Encoder .....	87
	A 3.3.5.1 Encoder-Interpolationstiefe.....	87
	A 3.3.5.2 Wirkung der Referenzspur .....	87
	A 3.3.5.3 Encoderwert.....	87
	A 3.3.5.4 Encoderwert per Software setzen .....	87
	A 3.3.5.5 Rücksetzen der Erkennung der ersten Referenzmarke .....	87
	A 3.3.5.6 Maximaler Encoderwert .....	87
	A 3.3.5.7 Encoder3 An/Aus.....	87
A 3.3.6	Schnittstellen .....	88
	A 3.3.6.1 Ethernet IP-Einstellungen.....	88
	A 3.3.6.2 Einstellung zur Ethernet-Messwertübertragung .....	88
	A 3.3.6.3 Einstellung der RS422 Baudrate .....	88
	A 3.3.6.4 Wechsel Ethernet / EtherCAT .....	88
	A 3.3.6.5 Messungen pro Frame.....	88
	A 3.3.6.6 TCP An/Aus.....	88
A 3.3.7	Parameterverwaltung, Einstellungen Laden / Speichern.....	89
	A 3.3.7.1 Verbindungseinstellungen Laden / Speichern .....	89
	A 3.3.7.2 Geänderte Parameter anzeigen.....	89
	A 3.3.7.3 Export von Parametersätzen in PC.....	89
	A 3.3.7.4 Import von Parametersätzen aus PC.....	89
	A 3.3.7.5 Werkseinstellungen.....	89
	A 3.3.7.6 Messeinstellungen bearbeiten, speichern, anzeigen, löschen .....	90
A 3.3.8	Messung .....	91
	A 3.3.8.1 Messrate .....	91
	A 3.3.8.2 Maskierung des Auswertebereichs .....	91
	A 3.3.8.3 Mindestschwelle Peakerkennung .....	91
A 3.3.9	Materialdatenbank.....	92
	A 3.3.9.1 Materialtabelle.....	92
	A 3.3.9.2 Material auswählen .....	92
	A 3.3.9.3 Materialeigenschaft anzeigen .....	92
	A 3.3.9.4 Materialtabelle editieren.....	92
	A 3.3.9.5 Material ergänzen .....	92
	A 3.3.9.6 Materialzusammensetzung Messobjekt bestimmen .....	92
	A 3.3.9.7 Medium vor dem Messobjekt definieren .....	93
	A 3.3.9.8 Material löschen.....	93
	A 3.3.9.9 Anzahl Peaks.....	93
A 3.3.10	Messwertbearbeitung.....	93
	A 3.3.10.1 Liste möglicher Dickensignale für Statistikberechnung .....	93
	A 3.3.10.2 Statistische Signale generieren .....	93
	A 3.3.10.3 Liste Statistiksichnale .....	93
	A 3.3.10.4 Statistikberechnung rücksetzen .....	93
	A 3.3.10.5 Statistikbeispiel .....	94
	A 3.3.10.6 Liste der möglich zu parametrisierenden Signale.....	95
	A 3.3.10.7 Parametrisieren der Mastersignale.....	95
	A 3.3.10.8 Liste möglicher Signale für das Mastern .....	95
	A 3.3.10.9 Mastern / Nullsetzen .....	95
	A 3.3.10.10 Beispiel Mastern.....	95
	A 3.3.10.11 Kanalberechnung.....	97
	A 3.3.10.12 Liste möglicher Berechnungssignale .....	97
A 3.3.11	Datenausgabe .....	98
	A 3.3.11.1 Auswahl Digitalausgang .....	98
	A 3.3.11.2 Ausgabe-Datenrate.....	98
	A 3.3.11.3 Reduzierungszähler Messwertausgabe .....	98
	A 3.3.11.4 Fehlerbehandlung.....	98
A 3.3.12	Auswahl der auszugebenden Messwerte .....	99
	A 3.3.12.1 Allgemein .....	99
	A 3.3.12.2 Datenauswahl für Ethernet .....	99
	A 3.3.12.3 Liste der mögliche Signale für Ethernet .....	99
	A 3.3.12.4 Liste ausgewählter Signale, Reihenfolge über Ethernet .....	99
A 3.3.13	Schaltausgänge.....	100
	A 3.3.13.1 Error-Schaltausgänge .....	100
	A 3.3.13.2 Setzen des auszuwertenden Signales .....	100
	A 3.3.13.3 Liste der möglichen Signale für den Errorausgang .....	100
	A 3.3.13.4 Setzen der Grenzwerte .....	100
	A 3.3.13.5 Setzen des Wertes .....	100
	A 3.3.13.6 Schaltverhalten der Fehlerausgänge.....	100

A 3.3.14	Analogausgang .....	101
A 3.3.14.1	Datenauswahl .....	101
A 3.3.14.2	Liste der möglichen Signale für den Analogausgang .....	101
A 3.3.14.3	Ausgabebereich .....	101
A 3.3.14.4	Einstellung der Skalierung des DAC .....	101
A 3.3.14.5	Einstellung des Skalierungsbereiches .....	101
A 3.3.15	Tastenfunktionen .....	102
A 3.3.15.1	Taste Multifunction .....	102
A 3.3.15.2	Signalauswahl für Mastern mit Multifunktionstaste .....	102
A 3.3.15.3	Tastensperre .....	102
A 3.4	Messwert-Format .....	103
A 3.4.1	Aufbau .....	103
A 3.4.2	Belichtungszeit .....	103
A 3.4.3	Encoder .....	103
A 3.4.4	Messwertzähler .....	103
A 3.4.5	Zeitstempel .....	103
A 3.4.6	Messdaten (Dicke und Signalintensität) .....	104
A 3.4.7	Triggerzeitdifferenz .....	104
A 3.4.8	Statistikwerte .....	104
A 3.5	Messdatenformat .....	105
A 3.5.1	Messdatenübertragung an einen Messwertserver über Ethernet .....	105
A 3.5.1.1	Allgemein .....	105
A 3.5.1.2	Messwertframe .....	106
A 3.5.1.3	State Word .....	106
A 3.5.1.4	Beispiel .....	106
A 3.5.1.5	Fehlercodes Ethernet-Schnittstelle .....	107
A 3.5.2	Ethernet FFT-Signalübertragung .....	107
A 3.6	Warn- und Fehlermeldungen .....	107
<b>A 4</b>	<b>EtherCAT Dokumentation .....</b>	<b>109</b>
A 4.1	Allgemein .....	109
A 4.2	Wechsel Ethernet EtherCAT .....	109
A 4.3	Einleitung .....	110
A 4.3.1	Struktur von EtherCAT®-Frames .....	110
A 4.3.2	EtherCAT®-Dienste .....	110
A 4.3.3	Adressierverfahren und FMMUs .....	111
A 4.3.4	Sync Manager .....	111
A 4.3.5	EtherCAT State Machine .....	111
A 4.3.6	CANopen über EtherCAT .....	112
A 4.3.7	Prozessdatenobjekt-Mapping (PDO-Mapping) .....	112
A 4.3.8	Servicedaten SDO-Service .....	112
A 4.4	CoE – Objektverzeichnis .....	113
A 4.4.1	Kommunikationsspezifische Standard-Objekte .....	113
A 4.4.1.1	Overview .....	113
A 4.4.1.2	Objekt 1000h: Gerätetyp .....	113
A 4.4.1.3	Objekt 1008h: Hersteller-Gerätename .....	113
A 4.4.1.4	Objekt 1009h: Hardware-Version .....	113
A 4.4.1.5	Objekt 100Ah: Software-Version .....	113
A 4.4.1.6	Objekt 1018h: Geräte-Identifikation .....	113
A 4.4.1.7	TxPDO Mapping .....	114
A 4.4.1.8	Objekt 1C00h: Synchronmanagertyp .....	115
A 4.4.1.9	Objekt 1C12h: RxPDO Assign .....	115
A 4.4.1.10	Objekt 1C13h: TxPDO-Assign .....	115
A 4.4.1.11	Objekt 1C33h: Synchronmanager Eingangsparmeter .....	116
A 4.4.2	Herstellerspezifische Objekte .....	117
A 4.4.2.1	Overview .....	117
A 4.4.2.2	Objekt 2001h: Benutzerebene .....	118
A 4.4.2.3	Objekt 2005h: Controller-Informationen (weitere) .....	118
A 4.4.2.4	Objekt 2020h: Laden, Speichern, Werkseinstellung .....	118
A 4.4.2.5	Objekt 2021h: Preset .....	119
A 4.4.2.6	Objekt 2022h: Messeinstellungen .....	119
A 4.4.2.7	Objekt 203Fh: Sensorfehler .....	119
A 4.4.2.8	Objekt 2101h: Reset .....	120
A 4.4.2.9	Objekt 2105h: Werkseinstellungen .....	120
A 4.4.2.10	Objekt 2107h: Zähler Reset .....	120
A 4.4.2.11	Objekt 2133h: SLED-Lichtquelle .....	120
A 4.4.2.12	Objekt 2134h: Pilotlaser .....	120
A 4.4.2.13	Objekt 2141h: FFT-Signal anfordern .....	120
A 4.4.2.14	Objekt 2142h: FFT-Signal freigeben .....	120
A 4.4.2.15	Objekt 2150h: Sensor .....	120
A 4.4.2.16	Objekt 2152h: Sensorauswahl .....	121
A 4.4.2.17	Objekt 2156h: Anzahl Peaks Mehrschichtmaterialien .....	121
A 4.4.2.18	Objekt 2162h: Peakoptionen .....	121
A 4.4.2.19	Objekt 2163h: Peakauswahl .....	121
A 4.4.2.20	Objekt 21B0h: Digitale Schnittstellen .....	121
A 4.4.2.21	Objekt 21B1h: Auswahl Schnittstelle .....	121
A 4.4.2.22	Objekt 21C0h: Ethernet .....	122
A 4.4.2.23	Objekt 21D0h: Analogausgang .....	122
A 4.4.2.24	Objekt 21F3h: Schaltausgang 1 .....	123
A 4.4.2.25	Objekt 2251h: Messrate .....	123
A 4.4.2.26	Objekt 24A0h: Keylock .....	123
A 4.4.2.27	Objekt 24A2h: Multifunktionstaste .....	124
A 4.4.2.28	Objekt 25A0h: Encoder .....	124
A 4.4.2.29	Objekt 25A1: Encoder3 .....	125

A 4.4.2.30	Objekt 2711h: Maskierung des Auswertebereichs .....	125
A 4.4.2.31	Objekt 2800h: Materialinformation .....	125
A 4.4.2.32	Objekt 2802h: Materialtabelle bearbeiten .....	125
A 4.4.2.33	Objekt 2803h: Vorhandene Materialien .....	126
A 4.4.2.34	Objekt 2804h: Material auswählen .....	126
A 4.4.2.35	Objekt 2805h: Material zwischen Sensor und 1. Schicht.....	126
A 4.4.2.36	Objekt 2A00h: Mastern .....	126
A 4.4.2.37	Objekt 2A10h: Statistik.....	127
A 4.4.2.38	Objekt 2C00h: Messwertberechnung .....	128
A 4.4.2.39	Objekt 2E00: Benutzersignale .....	129
A 4.5	Mappable Objects - Prozessdaten .....	130
A 4.6	Fehlercodes für SDO-Services .....	131
A 4.7	Oversampling.....	132
A 4.8	Berechnung .....	133
A 4.9	Betriebsmodi.....	133
A 4.9.1	Free Run .....	133
A 4.9.2	Distributed Clocks SYNC0 Synchronisierung.....	133
A 4.10	FFT-Signal über SDO.....	133
A 4.11	Bedeutung der STATUS-LED im EtherCAT-Betrieb.....	134
A 4.12	EtherCAT-Konfiguration mit dem Beckhoff TwinCAT®-Manager .....	135
<b>A 5</b>	<b>Datenformat RS422 .....</b>	<b>138</b>
A 5.1	Bitstruktur.....	138
A 5.2	Beschreibung.....	138
A 5.3	Beispiele .....	139
<b>A 6</b>	<b>Telnet.....</b>	<b>141</b>
A 6.1	Allgemein .....	141
A 6.2	Verbindungsaufbau .....	141
A 6.3	Fehlermeldungen.....	141



## 1. Sicherheit

Die Systemhandhabung setzt die Kenntnis der Betriebsanleitung voraus.

### 1.1 Verwendete Zeichen

In dieser Betriebsanleitung werden folgende Bezeichnungen verwendet:



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

**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



Vermeiden Sie die unnötige Einwirkung von Laserstrahlung auf den Körper.



Schalten Sie den Controller zur Reinigung und Wartung aus.



Schalten Sie den Controller für die Wartung und Reparatur der Anlage aus, wenn der Controller in eine Anlage integriert ist.

Vorsicht - die Verwendung von Bedienelementen oder Einstellungen oder die Durchführung von Verfahren, die nicht den Vorschriften entsprechen, kann zu Schäden führen.

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

> Verletzungsgefahr

> Beschädigung oder Zerstörung des Controllers

**HINWEIS**

Die Versorgungsspannung darf angegebene Grenzen nicht überschreiten.

> Beschädigung oder Zerstörung des Controllers

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

> Beschädigung oder Zerstörung der Komponenten

Knicken Sie niemals den Lichtleiter, biegen Sie den Lichtleiter nicht in engen Radien.

> Beschädigung oder Zerstörung der Lichtwellenleiter, Ausfall des Messgerätes

Schützen Sie die Enden der Lichtwellenleiter vor Verschmutzung. Verwenden Sie Schutzkappen.

> Ausfall des Messgerätes

Schützen Sie das Kabel vor Beschädigung.

> Ausfall des Messgerätes

### 1.3 Hinweise zur Produktkennzeichnung

#### 1.3.1 CE-Kennzeichnung

Für das Messsystem interferoMETER IMS5420 gilt:

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

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

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

### 1.3.2 UKCA-Kennzeichnung

Für das Messsystem interferoMETER IMS5420 gilt:

- SI 2016 Nr. 1091:2016-11-16 Verordnung zur elektromagnetischen Verträglichkeit 2016 (Electromagnetic Compatibility Regulations 2016)
- SI 2012 Nr. 3032:2012-12-07 Verordnung zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten von 2012 (Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Regulations 2012)

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

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

### 1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Das Messsystem interferoMETER ist für den Einsatz im Industrie- und Wohnbereich konzipiert. Es wird eingesetzt zur
  - Dicken- und Oberflächenmessung
  - Qualitätsüberwachung und Dimensionsprüfung
- Das Messsystem darf nur innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Werte betrieben werden, siehe [Kap. 3.6](#).
- Das/der System/Sensor/Controller ist so einzusetzen, dass bei Fehlfunktionen oder Totalausfall des Controllers keine Personen gefährdet oder Maschinen und andere materielle Güter beschädigt werden.
- Bei sicherheitsbezogener Anwendung sind zusätzlich Vorkehrungen für die Sicherheit und zur Schadensverhütung zu treffen.

### 1.5 Bestimmungsgemäßes Umfeld

Model		IMS5420-TH24	IMS5420MP-TH24	IMS5420IP67-TH24
Schutzart	Sensor	IP67 (gilt nur bei angeschlossenem Sensorkabel) Die Schutzart gilt nicht für optische Eingänge, da deren Verschmutzung zur Beeinträchtigung oder dem Ausfall der Funktion führt.		
	Controller	IP 40		IP 67
Temperaturbereich	Lagerung	-20 ... +70 °C		
	Betrieb	Sensor: +10 ... +50 °C (frontseitig)		Sensor: +10 ... +60 °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. Laserklasse

Folgendes gilt für die Messsysteme interferoMETER IMS5420-TH24, IMS5420MP-TH24 und IMS5420IP67-TH24:

Das Messsystem arbeitet mit einem

- Messlaser der Wellenlänge 1100 nm mit einer maximalen Leistung von  $< 0,75$  mW.

Das Messsystem ist in die Laserklasse 1 eingeordnet.

Die zugängliche Strahlung ist unter vorhersehbaren Bedingungen ungefährlich.

Bei Lasereinrichtungen der Klasse 1 kann eine Beeinträchtigung des Farbsehens und Belästigung nicht ausgeschlossen werden, z.B. durch Blendwirkung.

Am Controller signalisiert eine LED durch ihr Leuchten, dass aus der optischen Öffnung der Lichtquelle SLED, siehe [Kap. 5.5](#) Laserstrahlung austritt.

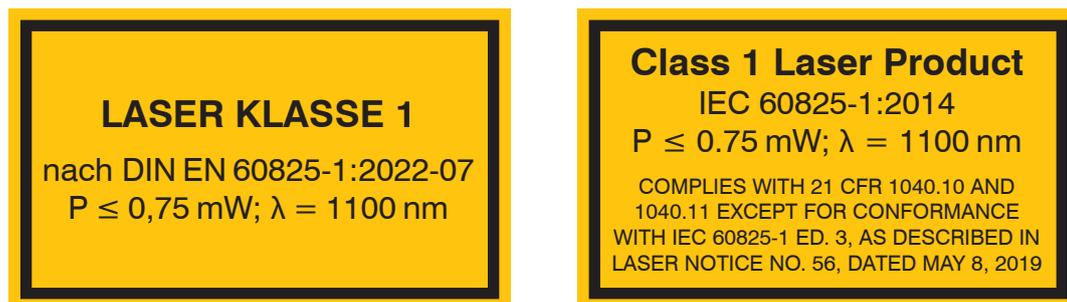


Abb. 1 Laserwarnschild Messlaser

Für die Messsysteme interferoMETER IMS5420-TH24 und IMS5420MP-TH24 gilt:

Das Messsystem arbeitet mit einem

- Pilotlaser der Wellenlänge 635 nm (sichtbar rot) mit einer maximalen Leistung von  $< 0,2$  mW

Das Messsystem ist in die Laserklasse 1 eingeordnet.

Die zugängliche Strahlung ist unter vorhersehbaren Bedingungen ungefährlich.

Bei Lasereinrichtungen der Klasse 1 kann eine Beeinträchtigung des Farbsehens und Belästigung nicht ausgeschlossen werden, z.B. durch Blendwirkung.

Am Controller signalisiert eine LED durch ihr Leuchten, dass aus der optischen Öffnung der Lichtquelle Pilot, siehe [Kap. 5.5](#) Laserstrahlung austritt.

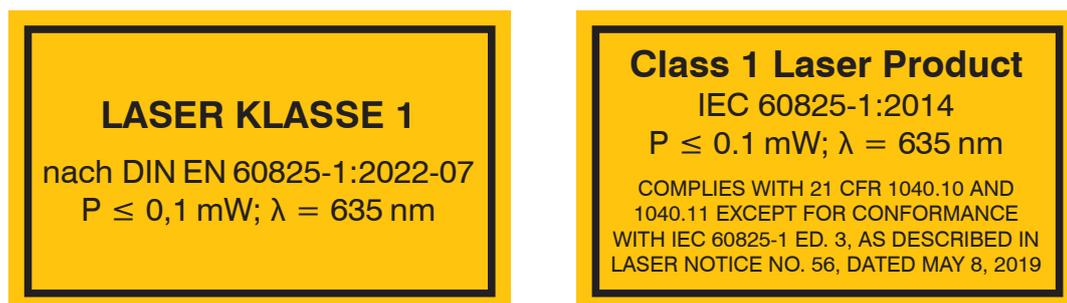


Abb. 2 Laserwarnschild Pilotlaser

### 3. Funktionsprinzip, Technische Daten

#### 3.1 Kurzbeschreibung

Das Messsystem interferoMETER besteht aus:

- IMP-THxx Sensor
- IMC5420, IMC5420MP oder IMC5420IP67 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.

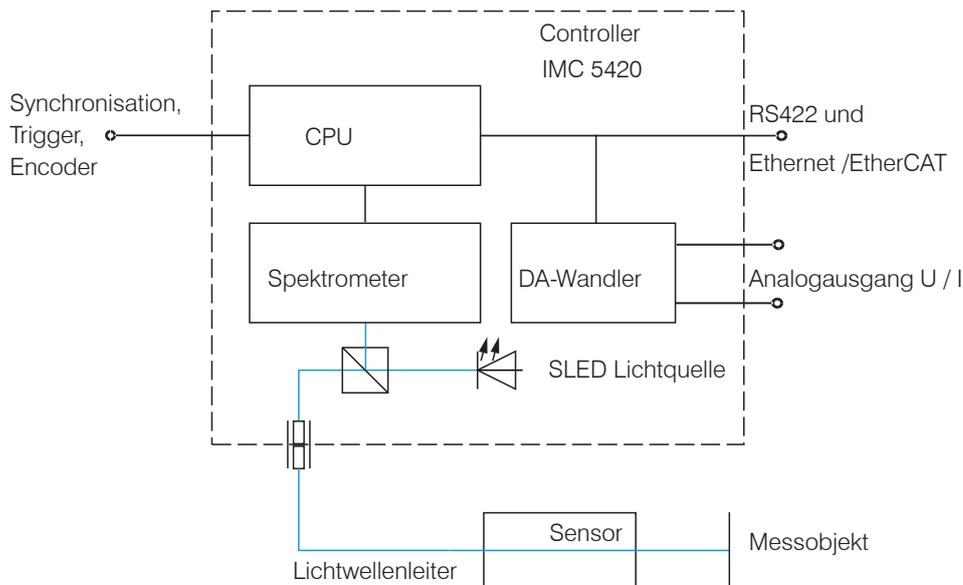


Abb. 3 Blockschaltbild IMS5420-TH24

#### 3.2 Messprinzip

Polychromatisches Licht (Weißlicht) wird durch eine SLED 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. Es können spiegelnde Oberflächen erfasst werden. Bei transparenten Schicht-Materialien kann eine Dickenmessung erfolgen. Da Sender und Empfänger in einer Achse angeordnet sind, werden Abschattungen vermieden.

Aufgrund der hervorragenden Auflösung und des geringen Lichtfleckdurchmessers können Oberflächenstrukturen gemessen werden. Zu beachten ist jedoch, dass Messwertabweichungen auftreten können, sobald die Struktur in der Größenordnung des Lichtfleckdurchmessers liegt oder die zulässige Verkippung, zum Beispiel an Rillenflanken, überschritten wird.

### 3.3 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

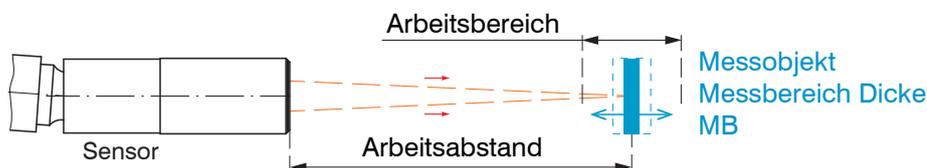


Abb. 4 Dickensensor IMP-TH mit Arbeitsabstand und Arbeitsbereich

### 3.4 Betriebsart

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

Arbeitsbereich		6 mm
Messbereich (Dicke)	Silizium	0,05 ... 1,05 mm <sup>1</sup>
	Luft	0,2 ... 4 mm <sup>2</sup>

Abb. 5 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. 6.6](#).

- 1) Messbereich bei  $n=3,82$  (Silizium, undotiert)
- 2) Bei Luftspaltmessung zwischen zwei Glasplatten ( $n \sim 1$ ) beträgt der Messbereich 0,2 ... 4 mm. Das Messobjekt muss sich innerhalb des Arbeitsabstandes befinden.

### 3.5 Sensorik

Der Controller kann mit bis zu 8 unterschiedlichen Kalibriertabellen betrieben werden. Die dazu erforderlichen Kalibriertabellen können im Controller hinterlegt werden.

## 3.6 Technische Daten IMS5420

Modell		IMS5420-TH24	IMS5420MP-TH24	IMS5420IP67-TH24
Arbeitsabstand		24 mm ±3 mm		
Messbereich (Dicke)	Silizium	0,05 ... 1,05 mm <sup>1</sup>		
	Luft	0,2 ... 4 mm <sup>2</sup>		
Auflösung <sup>3</sup>		< 1 nm		
Messrate		Stufenlos einstellbar von 100 Hz bis 6 kHz		
Linearität <sup>4</sup>		< ±100 nm	< ±100 nm bei einer Schicht < ±200 nm für weitere Schichten	< ±100 nm
Temperaturstabilität		temperaturkompensiert, Stabilität < ±50 ppm zwischen +10 ... +50 °C		
Mehrschichtmessung		1 Schicht	bis zu 5 Schichten	1 Schicht
Lichtquelle		SLED, Wellenlänge 1100 nm, Leistung < 0,75 mW Pilotlaser: Wellenlänge 635 nm, Leistung < 0,2 mW Klasse 1 (IEC 60825-1: 2014)		SLED, Wellenlänge 1100 nm  Klasse 1 (IEC 60825-1: 2014)
Lichtpunktdurchmesser <sup>5</sup>		20 µm		
Messwinkel <sup>6</sup>		±1,5°		
Versorgungsspannung		24 VDC ±15 %, ca. 10 W (24 V)		
Signaleingang		Sync in, Trigger in, 2x Encoder (A+, A-, B+, B-, Index)		
Digitale Schnittstelle		Ethernet / RS422 / PROFINET <sup>7</sup> / EtherNet/IP <sup>7</sup> EtherCAT		
Analogausgang		4 ... 20 mA / 0 ... 10 V (16 bit D/A Wandler)		---
Schaltausgang		Fehler1-Out, Fehler2-Out		---
Digitalausgang		Sync out		---
Anbindung	optisch	Steckbarer Lichtwellenleiter über E2000-Buchse (Controller) und FC-Buchse (Sensor); Standardlängen 3 m, 5 m und 10 m; andere Kabellängen auf Anfrage; Biegeradius: statisch 30 mm, dynamisch 40 mm		Steckbarer Lichtwellenleiter über IP9 SC-Buchse (Controller) und FC-Buchse (Sensor); Standardlänge 1 m und 2 m; weitere Kabellängen auf Anfrage; Biegeradius: statisch 45 mm, dynamisch 60 mm
	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)		4-poliger M12-Stecker Versorgung; 5-poliger M12-Stecker RS422, max. Kabellänge 30 m); 4-poliger M12-RJ45-Stecker für Ethernet (out) / EtherCAT (in/out) (max. Kabellänge 100 m
Montage	Sensor	Radialklemmung, Montageadapter (siehe Zubehör)		
	Controller	frei stehend, Hutschienenmontage	Durchgangsbohrungen	
Temperaturbereich	Lagerung	-20 ... +70°C		
	Betrieb	Sensor: +10 ... +50 °C (frontseitig)	Sensor: +10 ... +60 °C (frontseitig)	
		Controller: +10 ... +50 °C		
Schock (DIN EN 60068-2-29)		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	IP67, Frontseite		IP67, Frontseite
	Controller	IP 40		IP 67
Material	Sensor	Edelstahl		Edelstahl
	Controller	Aluminiumgehäuse, passiv gekühlt		Edelstahl
Bedien- und Anzeigeelemente	Multifunktions Taste: zwei einstellbare Funktionen sowie Reset auf Werkseinstellung nach 10 s;		---	
	Webinterface für Setup: auswählbare Presets, frei wählbare Mittelungen, Datenreduktion, Setupverwaltung;			
	6 x Farb-LED für Intensity, Range, SLED, Pilot-Laser, Status und Power;		LED Power	
	Pilot-Laser: zuschaltbar zur Sensor-Ausrichtung		---	

Alle Daten ausgehend von konstanter Raumtemperatur (22 ±3 °C)

1) Messbereich bei n=3,82 (Silizium); Messbare Dicke abhängig von Dotierung (siehe Tabelle)

- 2) Bei Luftspaltnessung zwischen zwei Glasplatten ( $n \sim 1$ ) beträgt der Messbereich 0,2 ... 4 mm. Das Messobjekt muss sich innerhalb des Arbeitsabstandes befinden.
- 3) Messrate 0,5 kHz, gleitende Mittelung über 64 Werte, gemessen auf ein ca. 0,8 mm dickes, beidseitig poliertes Silizium (2 Sigma).
- 4) Maximale Dickenabweichung bei Messung auf ein ca. 0,8 mm dickes, beidseitig poliertes Silizium ( $n=3,8$ ) beim Durchfahren des Messbereichs
- 5) Bei einem Arbeitsabstand von 24 mm (TH-24) bzw. 17,5 (204)
- 6) Maximale Verkippung des Sensors, bis zu der auf ein ca. 0,8 mm dickes Silizium in der Messbereichsmittle ein verwertbares Signal erzielt werden kann, wobei die Genauigkeit zu den Grenzwerten abnimmt
- 7) Optionale Anbindung über Schnittstellenmodul (siehe Zubehör)

Si-Wafer mit Dotierung	Minimale Dicke	Maximale Dicke
5,1mOhmcm	50 $\mu\text{m}$	740 $\mu\text{m}$
6,4mOhmcm	50 $\mu\text{m}$	830 $\mu\text{m}$
7,1mOhmcm	50 $\mu\text{m}$	920 $\mu\text{m}$
9,1mOhmcm	50 $\mu\text{m}$	<1100 $\mu\text{m}$

## 4. Lieferung

### 4.1 Lieferumfang

1 Controller	IMS5420-TH24, IMS5420MP-TH24 oder IMS5420IP67-TH24
1 Sensor	IMP-THxx
1 Zubehör IMS5x00	(u.a. Klemmleisten, Ethernetkabel)
1 Abnahmeprotokoll	
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.

### 4.2 Lagerung

Temperaturbereich Lagerung: -20 ... +70 °C (-4 ... +158 °F)

Luftfeuchtigkeit 5 ... 95 % (nicht kondensierend)

## 5. Montage

### 5.1 IMC5420 und IMC5420MP Controller

Der IMC5420 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.

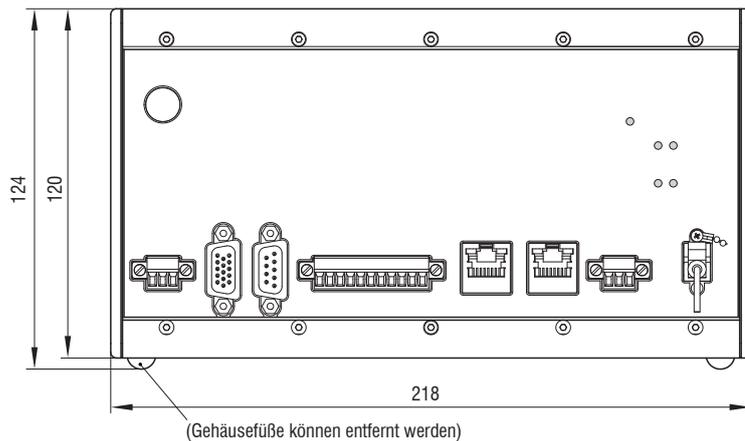


Abb. 6 Maßzeichnung Frontansicht des IMC5420 Controllers, Abmessungen in mm (Zoll)

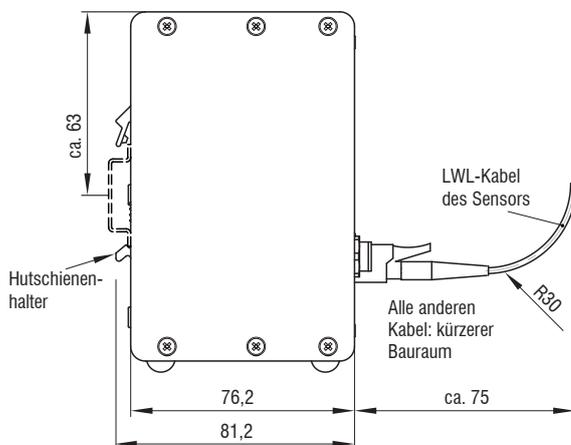


Abb. 7 Maßzeichnung Frontansicht des IMC5420 Controllers, Abmessungen in mm (Zoll)

## 5.2 IMC5420IP67-TH24 Controller

Stellen Sie den IMC5420IP67-TH24 Controller auf eine ebene Fläche oder montieren Sie sie mit zwei M6-Schrauben.

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

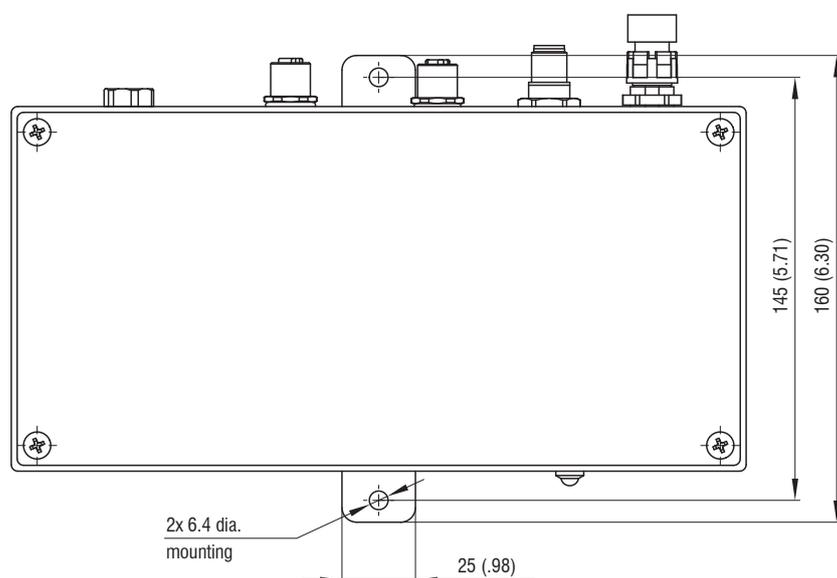
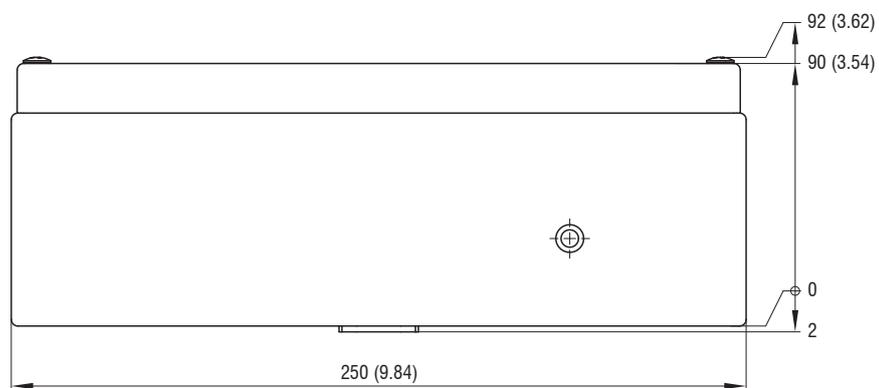


Abb. 8 Maßzeichnung Front- und Draufsicht des Controllers IMC5420, Abmessungen in mm (Zoll)

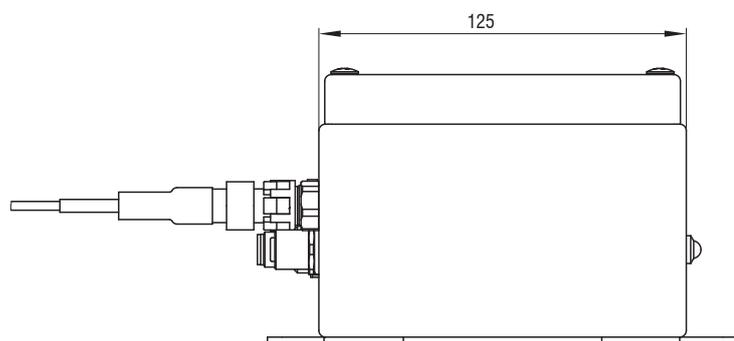


Abb. 9 Maßzeichnung Frontansicht des IMC5420 Controllers, Abmessungen in mm (Zoll)

### 5.3 Bedienelemente IMC5420 und IMC5420MP

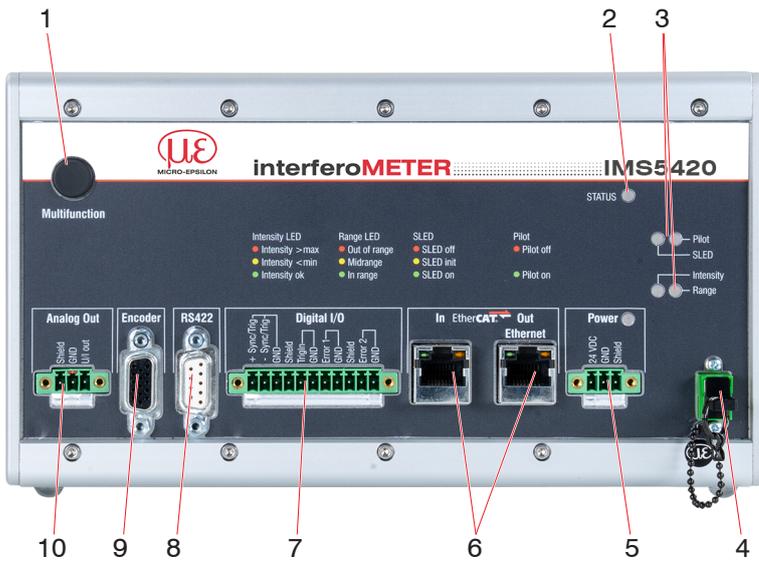


Abb. 10 Frontansicht Controller IMC5420 und IMC5420MP

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

1) Setzen auf Werkseinstellung: Drücken Sie die Taste Multifunction länger als 10 s.

### 5.4 Bedienelemente IMC5420IP67-TH24

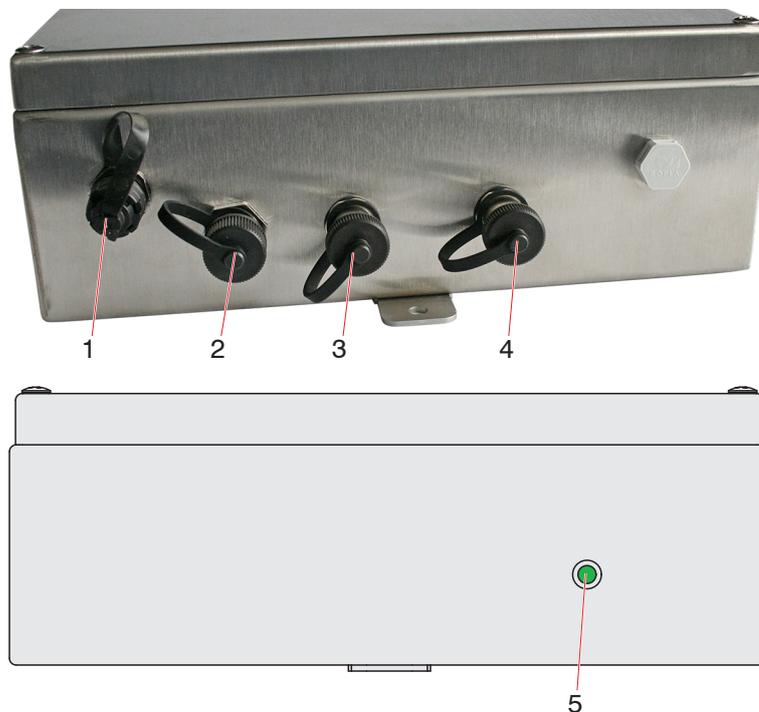


Abb. 11 Frontansicht Controller IMC5420IP67

1	Sensoranschluss Kanal 1 (Lichtleiter)	4	Anschluss RS422
2	Netzteil	5	LED Power On
3	Ethernet		

## 5.5 LEDs Controller IMC5420 und IMC5420MP

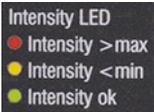
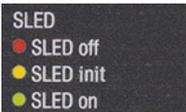
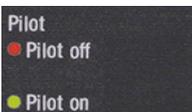
Power on	Grün	Betriebsspannung verfügbar
Zustand	aus	kein Fehler
	Ist die EtherCAT- Schnittstelle aktiv, dann Bedeutung der LED nach den EtherCAT-Richtlinien.	
<b>Intensität</b> 	Rot	Signal in Sättigung
	Gelb	Signal zu gering
	Grün	Signal in Ordnung
<b>SLED</b> 	Rot	SLED ausgeschaltet
	Rot blinkend	Fehler, SLED ist ausgeschaltet
	Gelb	SLED läuft warm
	Grün	SLED betriebsbereit
	Gelb blinkend	SLED Strom außerhalb des optimalen Wertebereiches <sup>1</sup>
<b>Pilot</b> 	Rot	Pilotlaser ausgeschaltet
	Grün	Pilotlaser eingeschaltet
<b>Range</b> 	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.

Abb. 12 Bedeutung Controller LEDs Status, Intensity, SLED, Pilot und Range

1) Bei Messungen außerhalb des optimalen Stromwertes der SLED misst der Controller, aber die Messgenauigkeit entspricht möglicherweise nicht den spezifizierten Daten.

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

## 5.6 LEDs Controller IMC5420IP67

Power on	Grün	Betriebsspannung verfügbar
----------	------	----------------------------

## 5.7 Elektrische Anschlüsse IMC5420 und IMC5420MP Controller

### 5.7.1 Anschlussmöglichkeiten

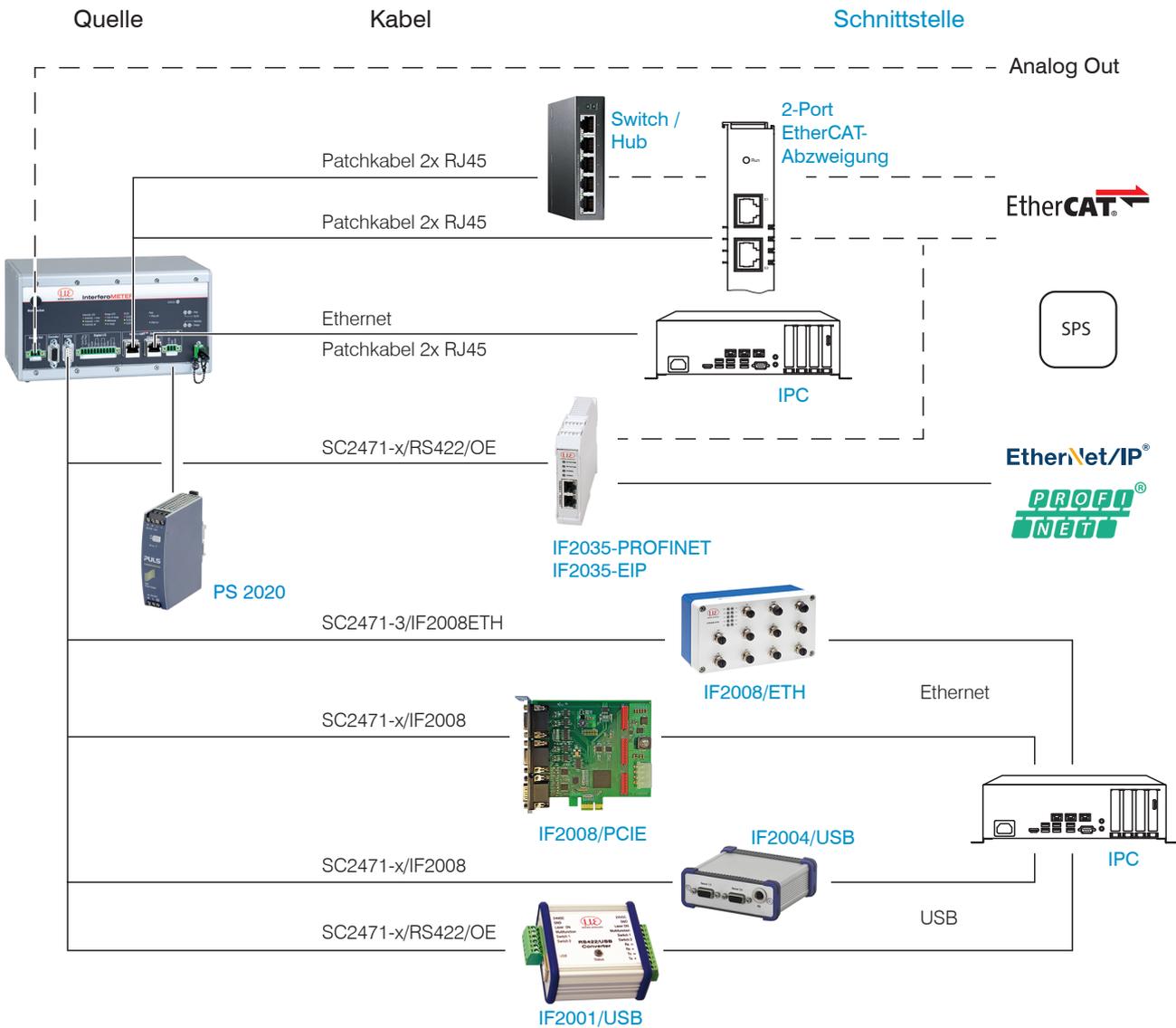


Abb. 13 Anschlussbeispiele am IMS5420

### 5.7.2 Handhabung der steckbaren Schraubklemmen

Der Controller IMC5x00 hat drei steckbare Schraubklemmen für Versorgung, Digital I/O und Analogausgang. Diese liegen als Zubehör bei.

Entfernen Sie die Isolierung der Anschlussdrähte (0,14 ... 1,5 mm<sup>2</sup>).

Schließen Sie die Anschlussdrähte an.

Die Schraubklemmen lassen sich mit zwei unverlierbaren Schrauben fixieren.

### 5.7.3 Massekonzept, Schirmung

Alle Ein- und Ausgänge sind galvanisch mit der Versorgungsspannungsmasse (GND) verbunden, lediglich die Anschlüsse von Ethernet/EtherCAT sind potentialfrei.

Die Masseanschlüsse (GND; GND422, GND\_ENC) jeder Anschlussgruppe sind galvanisch über Drosseln intern miteinander verbunden.

Die Shield-Anschlüsse jeder Anschlussgruppe sind nur mit dem Controllergehäuse verbunden. Sie dienen zum Anschluss der Kabelabschirmungen bei Einzelanschlüssen (Power, Analogausgang, Schaltausgänge, Synchronisation und Triggereingang).

Verwenden Sie nur geschirmte Kabel mit einer Länge von kleiner 30 m und schließen Sie die Kabelabschirmung an Shield oder den Steckergehäusen an.

### 5.7.4 Versorgungsspannung (Power)

**VORSICHT** Beachten Sie die Sicherheitshinweise im Umgang mit Netzspannung. Verletzung möglich.

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

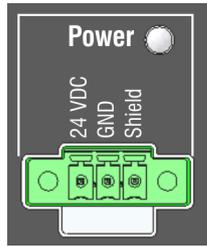


Abb. 14 Versorgungsanschlüsse und LED am Controller IMC5x00

➔ Verwenden Sie ein geschirmtes Kabel mit einer Kabellänge von < 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*.

### 5.7.5 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 mit verdrehten Adern. 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	

Abb. 15 Anschlussbelegung 9-pol. D-Sub-Buchse (RS422)

### 5.7.6 Ethernet, EtherCAT

Potentialgetrennte Standardbuchse RJ 45 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).

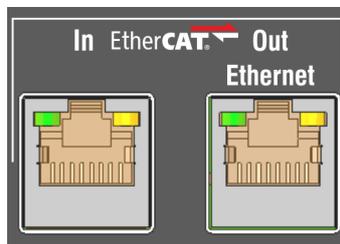


Abb. 16 Buchsen RJ45 für Ethernet, EtherCAT)

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. 6](#), siehe [Kap. 7](#),
- ASCII-Befehle, siehe [Kap. A 3](#) oder
- EtherCAT, siehe [Kap. A 4](#).

### 5.7.7 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. 7.5.4](#).

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

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

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

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

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

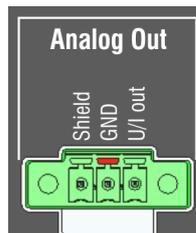


Abb. 17 Analogausgänge am Controller

► 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.

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

### 5.7.8 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.

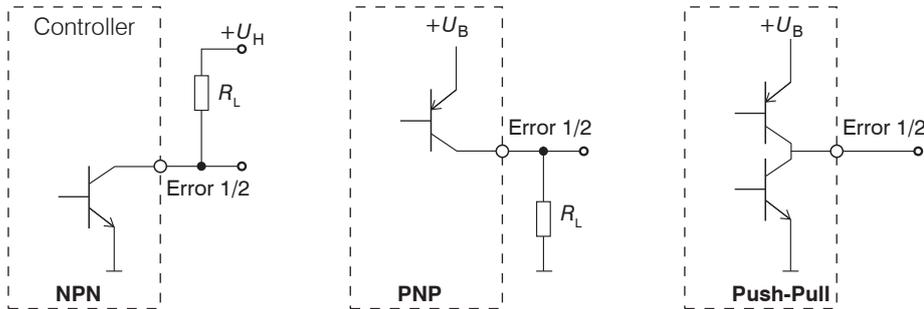


Abb. 18 Ausgangsverhalten und Beschaltung der Schaltausgänge **Error 1/2**

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 Betriebsspannungsmasse verbunden.

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

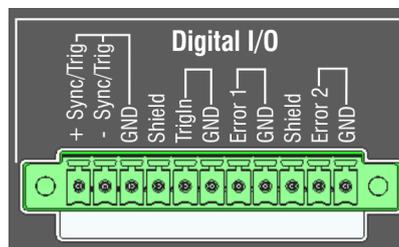


Abb. 19 Digital I/O am Controller

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

Die Sättigungsspannung wird zwischen Ausgang und GND (Ausgang = Low) oder zwischen Ausgang und  $U_B$  (Ausgang = High) gemessen.

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

Abb. 20 Schaltverhalten der Schaltausgänge

#### HINWEIS

Der Lastwiderstand  $R_L$  kann entsprechend den Grenzwerten ( $I_{\max} = 100$  mA,  $U_{H\max} = 30$  V) und Erfordernissen dimensioniert werden.

Bei Anschluss induktiver Lasten, z. B. ein Relais, muss eine parallele Schutzdiode installiert werden.

### 5.7.9 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. 7.1.5](#).

Alle GND sind untereinander und mit der Betriebsspannungsmasse verbunden.

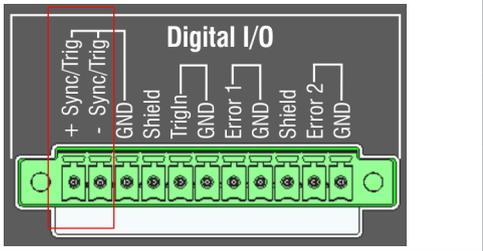
Signal	Pegel	
Sync/Trig	RS422 (EIA422)	
Funktion und Richtung sind programmierbar		

Abb. 21 Signalpegel Synchronisation, Triggerung

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

#### Sternsynchronisierung

- Verbinden Sie die Pins +Sync/Trig und -Sync/Trig von Controller 1 (Master) sternförmig mit den Pins +Sync/Trig und -Sync/Trig von Controller 2 (Slave) bis Controller n, um zwei oder mehrere Controller miteinander zu synchronisieren.

- Teilleitungslänge kleiner 30 m bei Sternsynchronisierung,

#### Kettensynchronisierung

- Verbinden Sie die Pins +Sync/Trig und -Sync/Trig von Controller 1 (Master) mit den Pins +Sync/Trig und -Sync/Trig von Controller 2 (Slave 1).

Verbinden Sie die Pins nachfolgender Controller, um zwei oder mehrere Controller miteinander zu synchronisieren.

- Gesamtleitungslänge 30 m bei Kettensynchronisierung.

- Verwenden Sie ein geschirmtes Kabel mit verdrehten Adern.

- Schließen Sie den Kabelschirm an Shield an.

- Programmieren Sie den Controller 1 auf Master und alle anderen Controller auf Slave, siehe [Kap. 7.1.1](#).

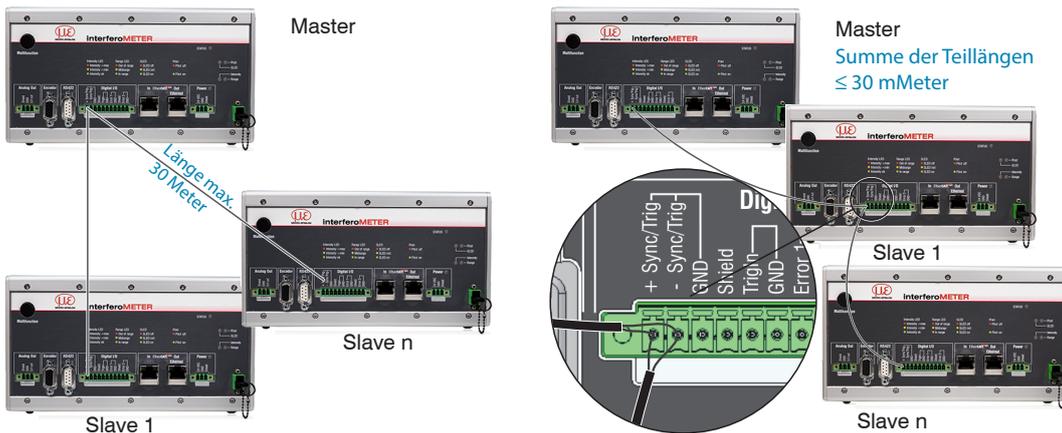


Abb. 22 Synchronisierung mehrerer Controller, links sternförmig, rechts verkettet

- Verbinden Sie alle GND untereinander, falls die Controller nicht von einer gemeinsamen Stromversorgung gespeist werden.

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

### 5.7.10 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.

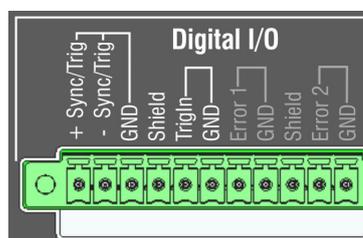
Für unsymmetrische Triggerquellen wird empfohlen den Pegelwandler SU4 (3 Kanäle TTL/HTL auf RS422) zwischen Triggerquelle und Controller zu schalten.

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  $\leq 0,8\text{ V}$ ; High-Pegel  $\geq 2\text{ V}$
- HTL: Low-Pegel  $\leq 3\text{ V}$ ; High-Pegel  $\geq 8\text{ V}$  (max. 30 V),
- Minimale Impulsbreite  $50\ \mu\text{s}$

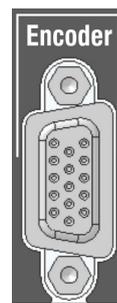
### 5.7.11 Encodereingänge

An der 15-poligen HD-Sub-Buchse können zwei Encoder <sup>1</sup> gleichzeitig angeschlossen und über 5 V versorgt werden.

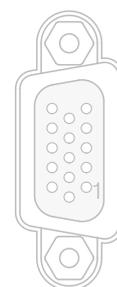
Jeder Encoder liefert die Signale A, B und N (Nullimpuls, Referenz, Index). Die maximale Pulsfrequenz beträgt 1 MHz.

RS422-Pegel (symmetrisch) für A, B, N

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



15-polige HD-Buchse



Ansicht Lötseite Kabelstecker

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>1</sup>		8	N2+/B3+ <sup>1</sup>
	9	N1-/A3- <sup>1</sup>		7	N2-/B3- <sup>1</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. 23 Anschlussbelegung Encodereingänge

► 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.

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

## 5.8 Elektrische Anschlüsse IMC5420IP67-TH24 Controller

### 5.8.1 Anschlussmöglichkeiten

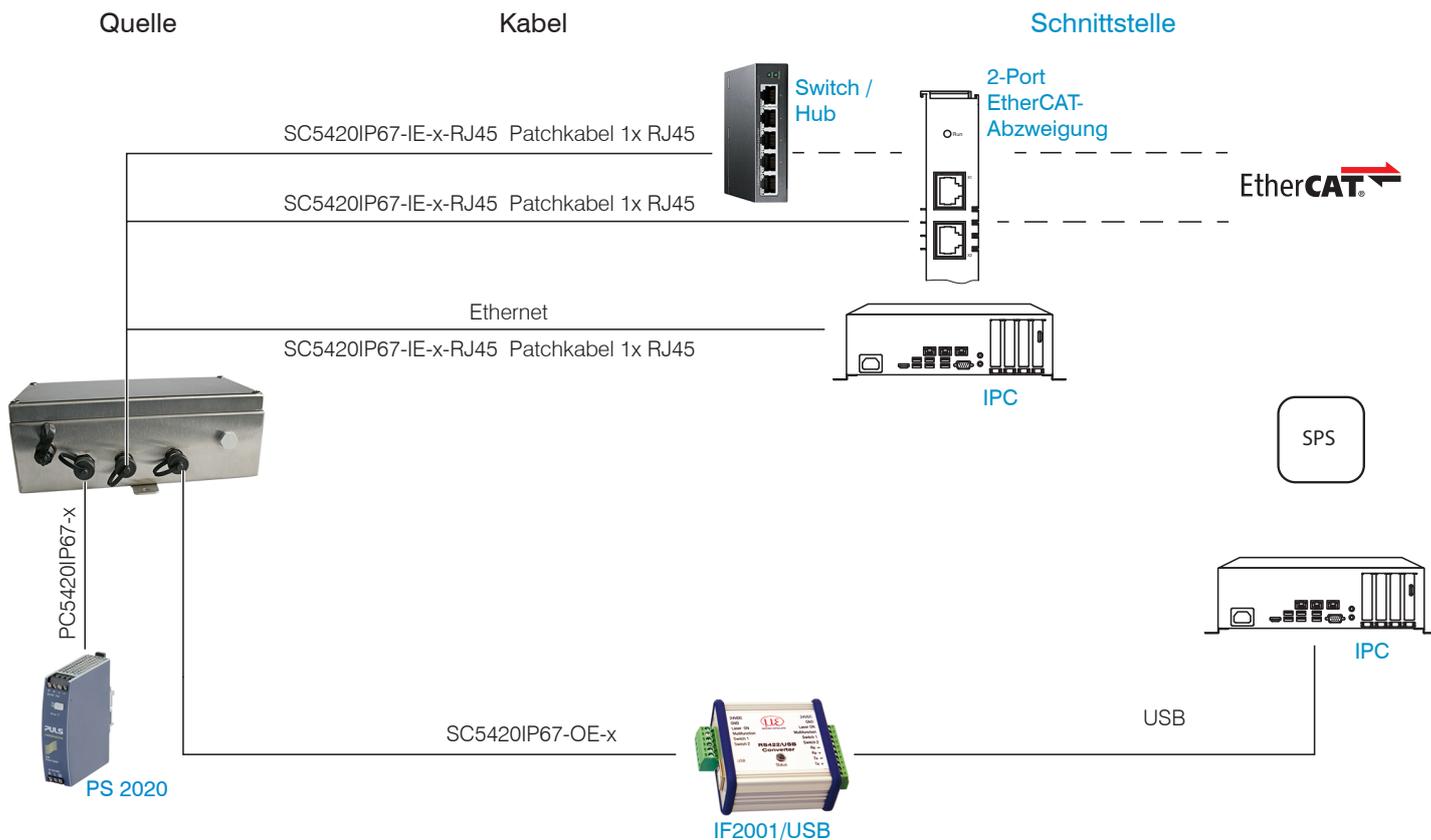


Abb. 24 Anschlussbeispiele am IMC5420IP67-TH24

### 5.8.2 Massekonzept, Schirmung

Alle Ein- und Ausgänge sind galvanisch mit der Versorgungsspannungsmasse (GND) verbunden, lediglich die Anschlüsse von Ethernet/EtherCAT sind potentialfrei.

Die Masseanschlüsse (GND und GND422) jeder Anschlussgruppe sind galvanisch über Drosseln intern miteinander verbunden.

Die Shield-Anschlüsse jeder Anschlussgruppe sind nur mit dem Controllergehäuse verbunden. Sie dienen zum Anschluss der Kabelabschirmungen bei Einzelanschlüssen (Power, Analogausgang, Schaltausgänge, Synchronisation und Triggereingang).

Verwenden Sie nur geschirmte Kabel mit einer Länge von kleiner 30 m und schließen Sie die Kabelabschirmung an Shield oder den Steckergehäusen an.

### 5.8.3 Versorgungsspannung (Power)



Beachten Sie die Sicherheitshinweise im Umgang mit Netzspannung. Verletzung möglich.

- 4-pol. M12 Buchse 24 VDC, (GND, Schirm),
- 24 VDC  $\pm$  15 %,  $I_{max} < 1$  A
- nicht galvanisch getrennt, GND ist mit GND von Schaltausgängen, Synchronisation und Encodereingang galvanisch verbunden.

➔ Verwenden Sie ein geschirmtes Kabel mit einer Kabellänge von < 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.

Pin	Farbe PC5420-x	Signal
1	Braun	+ $U_B$
3	blau	GND

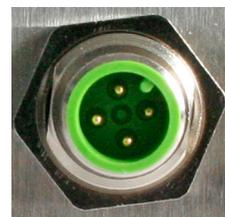


Abb. 25 Stecker am Controller IMC5420IP67-TH24

Abb. 26 Anschlussbelegung M12 4-pol Stecker (Power)

Nach Einschalten der Versorgungsspannung leuchtet die LED Power.

### 5.8.4 RS422

- Differenzsignale nach EIA-422, galvanisch von Versorgungsspannung getrennt.
- Receiver Rx mit internem Abschlusswiderstand 120 Ohm.

➔ Schließen Sie den Transmittiereingang (TX) am Auswertegerät (Receiver) mit 90 ... 120 Ohm ab.

➔ Verwenden Sie ein geschirmtes Kabel mit verdrehten Adern. Kabellänge kleiner 30 m.

➔ Verbinden Sie die Masseanschlüsse.

Pin	Farbe SC5420IP67-OE-x	Name	Signal
1	gelb	RX -	Empfänger -
2	grün	RX +	Empfänger +
3	grau	GND422	RS422 Masse
4	rosa	TX +	Sender +
5	Braun	TX -	Sender -
Gehäuse	Schirm		Kabelschirm



i Die Anschlussbelegung der 5-pol. M12-Buchse ist nicht genormt.

Abb. 27 Anschlussbelegung M12 5-pol Buchse (RS422)

### 5.8.5 Ethernet

Potentialgetrennte M12 Buchse mit D-Coding zur Verbindung des Controllers IMC5420IP67-TH24.

- mit einem Ethernet-Netzwerk (PC) oder
- mit dem Bussystem EtherCAT (IN-Port).

➔ Verbinden Sie Controller und Netzwerk mit einem geschirmten Ethernetkabel SC5420IP67-IE-x, Gesamtkabellänge kleiner 100 m.



Abb. 28 Buchse für Ethernet

Die Konfiguration des Controllers kann über folgende Wege erfolgen:

- Webinterface, siehe [Kap. 6](#), siehe [Kap. 7](#),
- ASCII-Befehle, siehe [Kap. A 3](#)

## 5.9 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  $\mu\text{m}$ .

Verschmutzungen des Steckverbinders sollten vermieden werden, da es sonst zu Partikelablagerungen und starkem Lichtverlust kommen kann. Eine Reinigung der Stecker ist nur mit entsprechender Fachkenntnis und einem Fasermikroskop zur Kontrolle möglich.

### NOTICE

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.

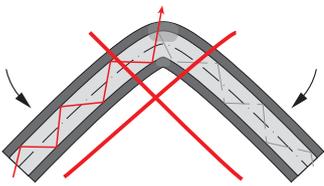
Unterschreiten Sie niemals den zulässigen Biegeradius.



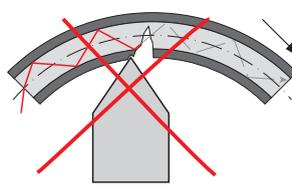
Festverlegt:  
R = 30 mm oder mehr

Flexibel:  
R = 40 mm oder mehr

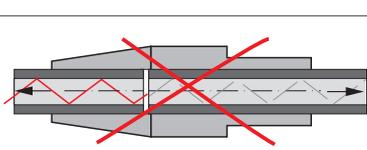
Knicken Sie den Lichtwellenleiter nicht.



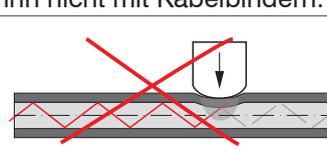
Ziehen Sie den Lichtwellenleiter nicht über scharfe Kanten.



Ziehen Sie nicht am Lichtwellenleiter.



Quetschen Sie den Lichtwellenleiter nicht und befestigen Sie ihn nicht mit Kabelbindern.



### IMP-DS, IMP-TH (Standardsensoren)

Der Lichtwellenleiter ist gesteckt. Es sind optionale Längen bis 50 m, schleppkettentaugliche Lichtwellenleiter oder Lichtwellenleiter mit Metallschutzschlauch verfügbar.

### Anschluss des Lichtwellenleiters an den IMC5420 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.



Sensor 1

Abb. 29 Anschluss Sensorkabel am Controller

### 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.

**NOTICE**

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

### Lichtwellenleiter mit dem Controller IMC5420IP67-TH24 verbinden

- Entfernen Sie den Blindstecker der schwarzen LWL-Buchse am Controller.
- Stecken Sie das Sensorkabel (grüne Markierung) in die Buchse.



- Schieben Sie die schwarze Arretierung nach vorne.
- Drehen Sie die schwarze Arretierung nach rechts bis sie hörbar einrastet.



- Schieben Sie die rote Sicherung nach vorne.

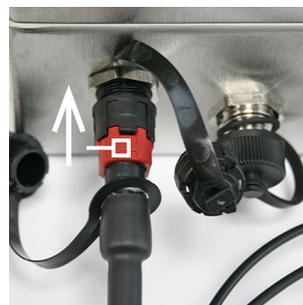


Abb. 30 Anschluss Sensorkabel am Controller IMC5420IP67-TH24

### Lichtwellenleiter vom Controller entfernen

- Schieben Sie die rote Sicherung nach hinten und drehen Sie die schwarze Arretierung nach rechts.
- Nehmen Sie den Stecker aus der Buchse.
- Verbinden Sie erneut den Blindstecker mit der Buchse und dem Sensorkabel.

## 5.10 Sensorik

### 5.10.1 Abmessungen Sensor

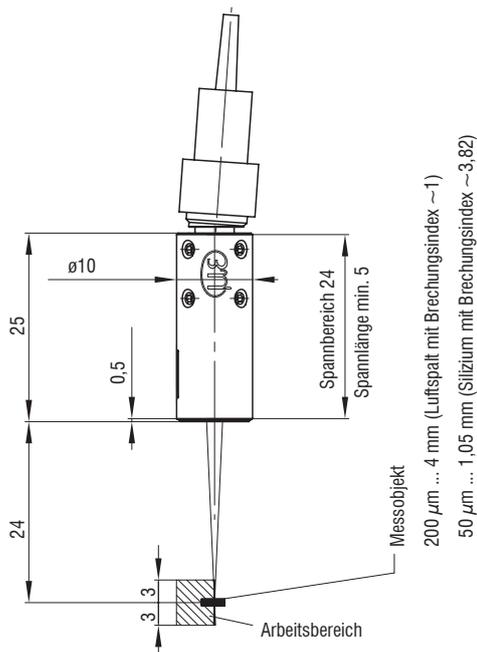


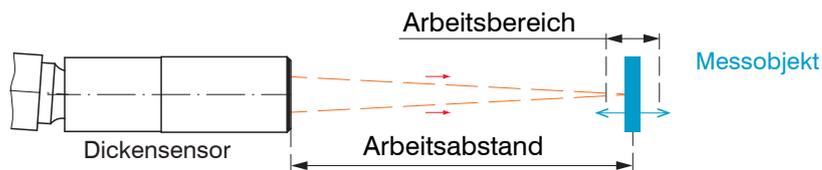
Abb. 31 IMP-TH24 Dickensensor

↑ ↑ ↑ Messrichtung

Abmessung in mm (Zoll)

### 5.10.2 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.

### 5.10.3 Befestigung, Montageadapter

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

**i** 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-TH24 Sensoren zu montieren.

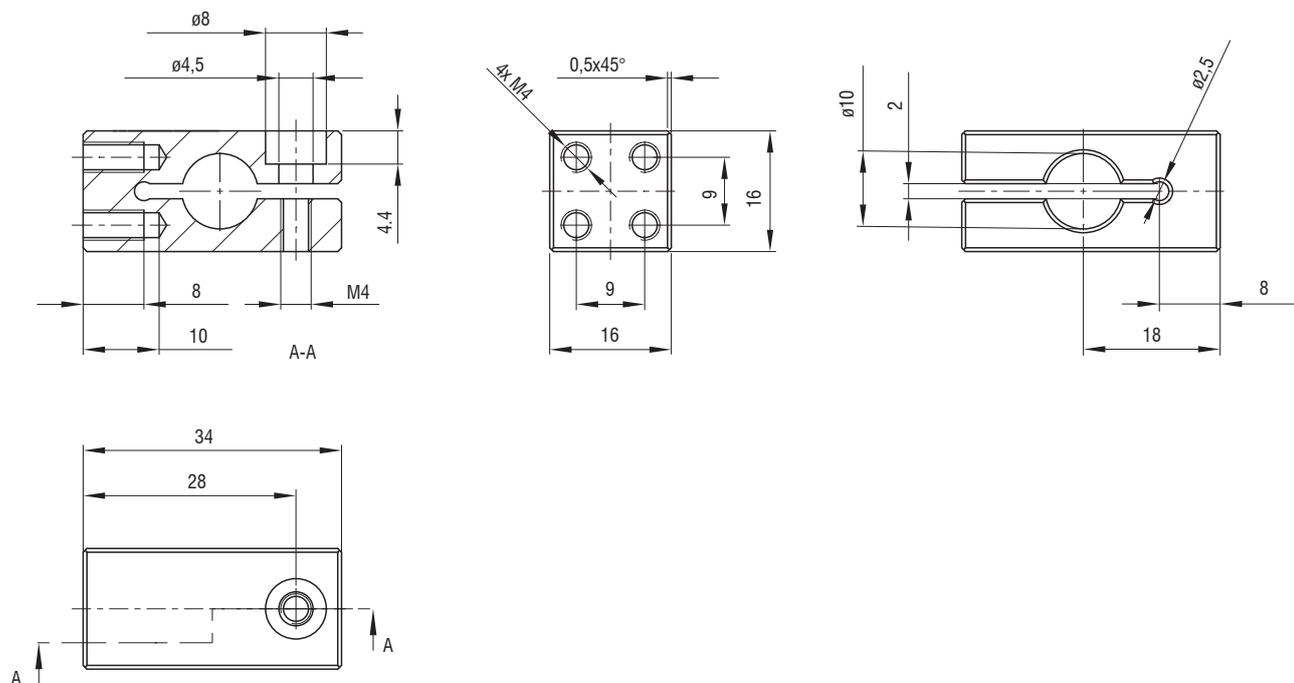


Abb. 32 MA5400-10 Montageadapter

## 6. Betrieb

### 6.1 Inbetriebnahme

- Verbinden Sie den Controller mit einer Spannungsversorgung, siehe [Kap. 5](#).
- Verbinden Sie Sensor und Controller mit dem Lichtwellenleiter, siehe [Kap. 5.9](#).

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. A 3](#) oder über EtherCat, siehe [Kap. A 4](#) konfiguriert werden.

### 6.2 Bedienung mittels Ethernet

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

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

Direktverbindung mit PC, Controller mit statischer IP (Werkseinstellung)		Netzwerk
PC mit statischer IP	PC mit DHCP	Controller mit dynamischer IP, PC mit DHCP
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verbinden Sie den Controller mit einem PC durch eine Ethernet-Direktverbindung (LAN). Verwenden Sie dazu ein LAN-Kabel mit RJ-45-Steckern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verbinden Sie den Controller mit einem Switch durch eine Ethernet-Direktverbindung (LAN). Verwenden Sie dazu ein LAN-Kabel mit RJ-45-Steckern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tragen Sie den Controller im DHCP ein / melden den Controller Ihrer IT-Abteilung.</li> </ul> <p>Der Controller bekommt von Ihrem DHCP-Server eine IP-Adresse zugewiesen. Diese IP-Adresse können Sie mit dem Programm sensorTOOL.exe. abfragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Starten Sie das Programm sensorTOOL.exe.</li> <li>➤ Klicken Sie auf die  Schaltfläche. Wählen Sie nun den gewünschten Controller aus der Liste aus.</li> <li>➤ Klicken Sie auf die Schaltfläche Öffne Webseite, um den Controller mit Ihrem Standardbrowser zu verbinden.</li> </ul> <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> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Starten Sie einen Webbrowser. Um einen IMC5x00 mit der Seriennummer "01234567" zu erreichen, tippen Sie in die Adresszeile des Webbrowsers „IMC5x00_SN01234567“ ein.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Starten Sie das Programm sensorTOOL.exe. <a href="https://www.micro-epsilon.de/download/software/sensorTOOL.exe">Dieses Programm finden Sie online unter https://www.micro-epsilon.de/download/software/sensorTOOL.exe.</a></li> <li>➤ Klicken Sie auf die  Schaltfläche. Wählen Sie den gewünschten Controller aus der Liste aus. Für das Ändern der Adresseinstellungen klicken Sie auf die Schaltfläche Configure Sensor IP.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adresstyp: Statische IP-Adresse</li> <li>• IP address: 169.254.168.150<sup>1</sup></li> <li>• Subnetzmaske: 255.255.0.0</li> </ul> </li> <li>➤ Klicken Sie auf die Schaltfläche Öffne Webseite, um den Controller mit Ihrem Standardbrowser zu verbinden.</li> </ul> <p>1) Setzt voraus, dass die LAN-Verbindung am PC z.B. folgende IP-Adresse benutzt: 169.254.168.1.</p>	<p>Warten Sie, bis Windows eine Netzwerkverbindung etabliert hat (Verbindung mit eingeschränkter Konnektivität).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Starten Sie das Programm sensorTOOL.exe.</li> <li>➤ Klicken Sie auf die  Schaltfläche. Wählen Sie nun den gewünschten Controller aus der Liste aus.</li> <li>➤ Klicken Sie auf die Schaltfläche Öffne Webseite, um den Controller mit Ihrem Standardbrowser zu verbinden.</li> </ul>	

Abb. 33 Möglichkeiten zur Anbindung an ein LAN  
 IMS5420

## 6.2.2 Zugriff über Webinterface

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

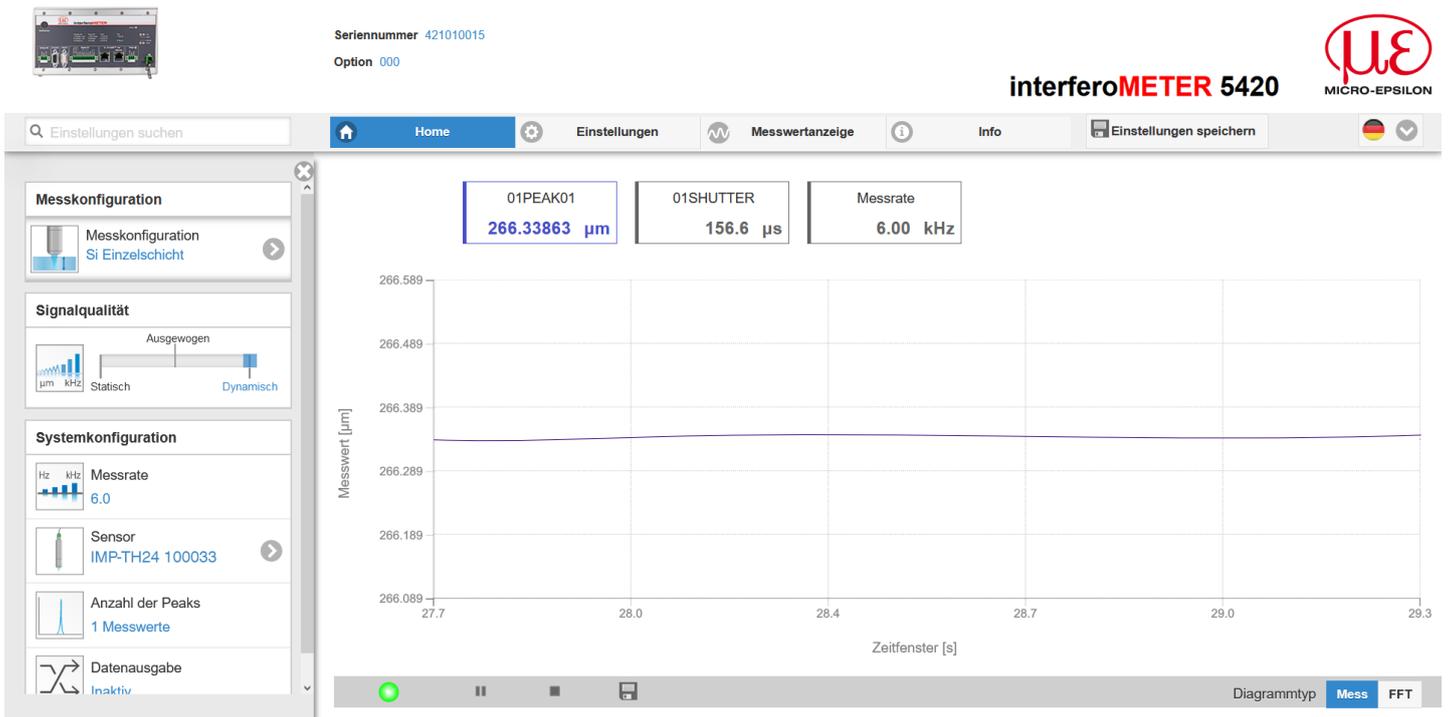


Abb. 34 Erste interaktive Webseite nach Aufruf der IP-Adresse

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. 7](#).

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.

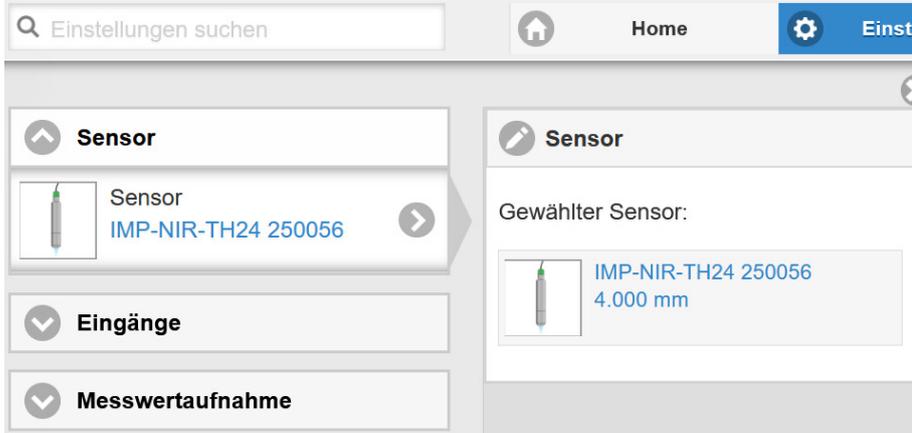
**i** Abhängig von der gewählten Messrate und des genutzten PC's kann es zu einer dynamischen Messwertreduktion in der Darstellung kommen. D. h. nicht alle Messwerte werden an das Webinterface zur Darstellung und Speicherung übertragen.

### 6.3 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.

### 6.4 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 **Pilotlaser 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
		Pilotlaser	Schaltet Pilotlaser ein/aus
		SLED	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.

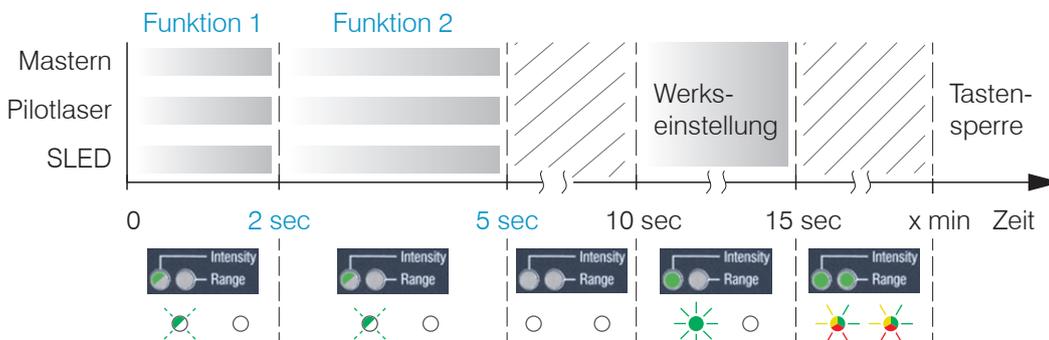


Abb. 35 Betätigungsdauer Taste Multifunction

 Grau hinterlegte Felder erfordern eine Auswahl.

 Wert Dunkel umrandete Felder erfordern die Angabe eines Wertes.

### 6.5 Positionierung Messobjekt, Dickenmessung

Der Pilotlaser mit rotem Licht unterstützt Sie während der Inbetriebnahme den Sensor auf das Ziel auszurichten.

Schalten Sie den Pilotlaser im Menü `Einstellungen > Systemeinstellungen` ein oder aus.

➡ Positionieren Sie das Messobjekt möglichst in der Messbereichsmittle des Arbeitsbereiches.

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

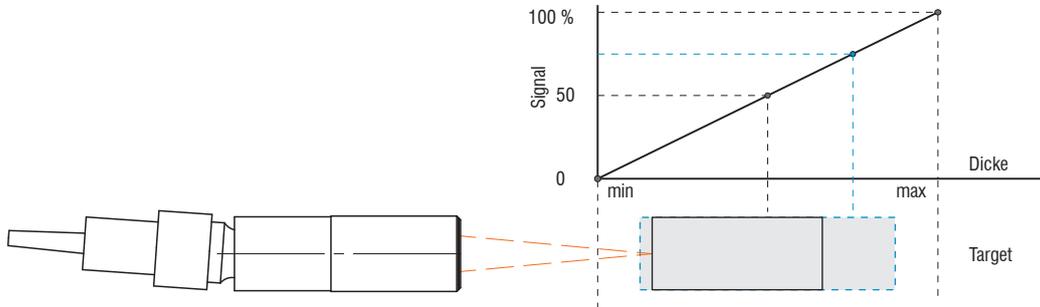


Abb. 36 Grundlagen Dickenmessung

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

<b>Range LED</b> ● Out of range ● Midrange ● In range	Rot	Kein Messobjekt vorhanden oder außerhalb des Messbereichs
	Gelb	Messobjekt in der Nähe von Messbereichsmittle
	Grün	Messobjekt in Messbereich
<b>Pilot</b> ● Pilot off ● Pilot on	Grün	Pilotlaser wird wechselnd ein- bzw. ausgeschaltet, falls kein Messobjekt vorhanden oder außerhalb des Messbereichs

1) Die maximale Dicke für einen Luftspalt beträgt 2,1 mm. Die Dicke für Glas ( $n = 1,5$ ) beträgt mindestens  $35 \mu\text{m}$  und höchstens 1,4 mm.

## 6.6 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
  - `Einstellungen im Menü 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.

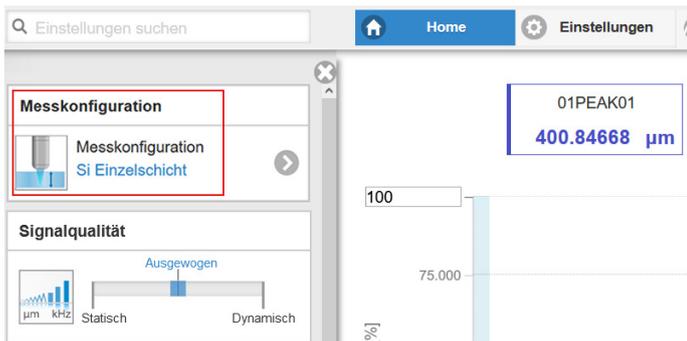
### Mit Auslieferung des Sensors ab Werk

- sind die Presets `Si Einzelschicht` und `Si P++ Einzelschicht` möglich,
- ist kein Setup vorhanden.

Im Controller sind gängige Messkonfigurationen (Preset) 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.



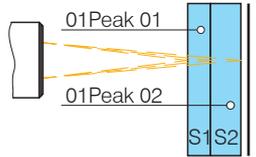
Seriennummer 822110024  
Option 050

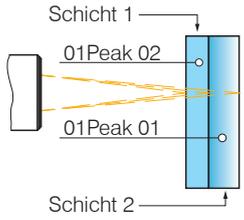
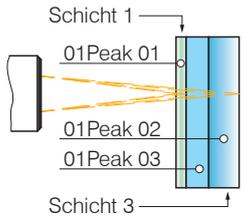


Die Signalqualität ist ab Werk auf `Ausgewogen` eingestellt.

➡ 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		IMS5420-TH IMS5420IP67-TH	IMS5420MP-TH
 <b>Si Einzelschicht</b>	Dickenmessung gegen Silizium. Gleitende Mittelung über 16 Werte.	•	•
 <b>Si P++ Einzelschicht</b>	Dickenmessung gegen hochdotiertes Silizium. Gleitende Mittelung über 16 Werte.	•	•
 <b>Si 2 Schichten</b>	Es werden zwei Peaks ausgewertet, Schicht 1 und 2 = Silizium Schicht 3 = Air calibration  Datenausgabe Ethernet: - 01PEAK01, 01PEAK02		
Alle Ausgabewerte inkl. gleitende Mittelung über 16 Werte.		Peaknummerierung gilt für: Schicht 1 (S1) < Schicht 2 (S2)	

Presets		IMS5420-TH IMS5420IP67-TH	IMS5420MP-TH
 <p>Mehrschicht Si/Luftspalt</p>	<p>Silizium und Luftspalt</p> <p>Es werden zwei Peaks ausgewertet, Schicht 1 = Silizium, Schicht 2 und 3 = Air calibration</p> <p>Datenausgabe Ethernet: - 01PEAK01, 01PEAK02</p>		•
Materialauswahl beachten bzw. ändern			
 <p>Mehrschicht Paste/Si</p>	<p>Paste und Silizium</p> <p>Es werden zwei Peaks ausgewertet, Schicht 1 = Wasser, Schicht 2 = Silizium, Schicht 3 = Air calibration</p> <p>Datenausgabe Ethernet: - 01PEAK01, 01PEAK02</p>	 <p>Peaknummerierung gilt für: Schicht 1 &lt; Schicht 2 &lt; Schicht 3 Datenausgabe festlegen</p>	•

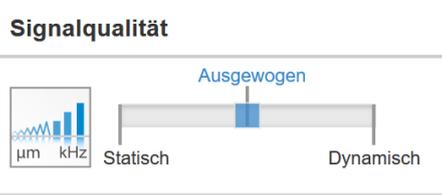
• Mögliches Preset

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 Mittelung mit der Funktion `Median` wird durch das Preset vorgegeben.

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

Signalqualität	Mittelung, Messrate	Beschreibung
	Statisch Gleitend mit 128 Werten Messrate 0,2 kHz	Im Bereich <code>Signalqualität</code> kann zwischen drei vorgegebenen Grundeinstellungen ( <code>Statisch</code> , <code>Ausgewogen</code> und <code>Dynamisch</code> ) gewechselt werden. Dabei ist die Reaktion im Diagramm und der Systemkonfiguration sofort sichtbar.
	Ausgewogen Gleitend mit 16 Werten Messrate 1 kHz	
	Dynamisch Gleitend mit 4 Werten Messrate 6 kHz	

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

Im Controller sind gängige Messkonfigurationen (Preset) für verschiedene Messobjektflächen gespeichert. Diese erlauben einen schnellen Start in die individuelle Messaufgabe. Im Preset sind grundlegende Merkmale wie z. B. die Peak- und Materialauswahl oder die Verrechnungsfunktionen bereits eingestellt.

Die `Signalqualität` ist ab Werk auf `Ausgewogen` eingestellt.

➡ Gehen Sie in das Menü `Home > Messkonfiguration` und starten Sie die Konfigurationsauswahl. Wählen Sie eine Konfiguration aus.

## 6.7 FFT-Signal

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

Das Signal im Grafikfenster zeigt die Dicken der gemessenen Schichten des Messobjektes.

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.

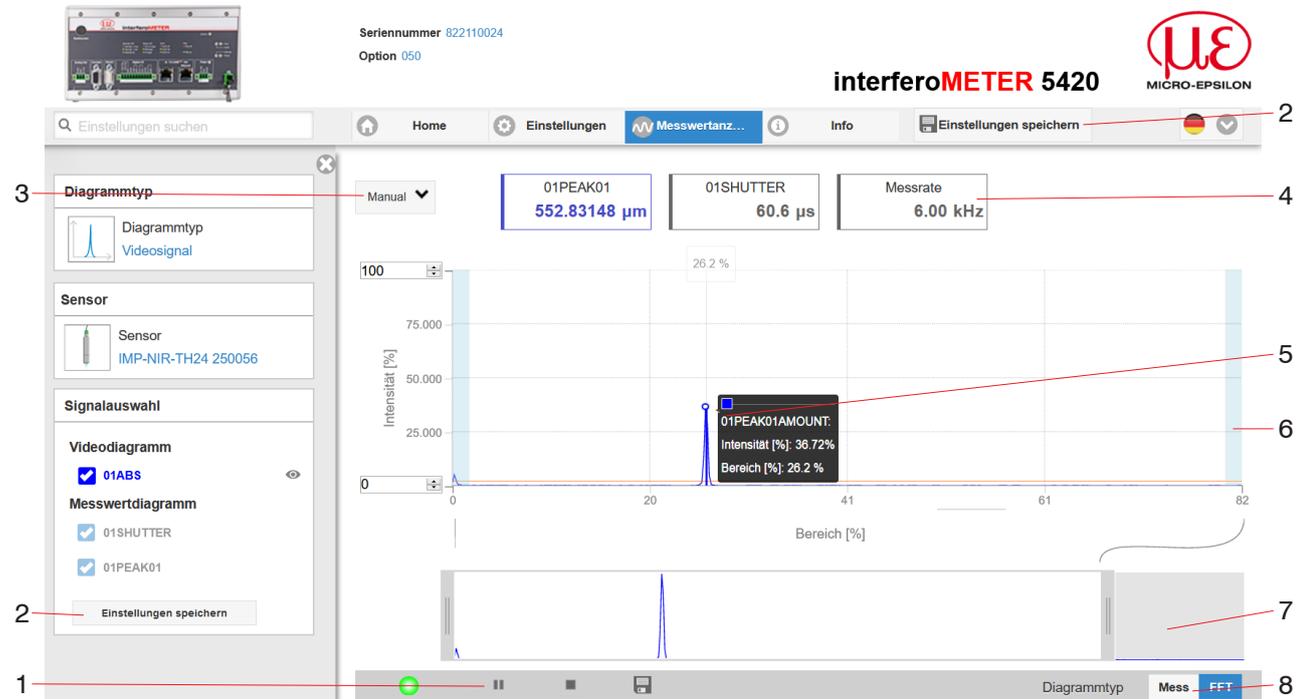


Abb. 37 Webseite FFT-Signal

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.

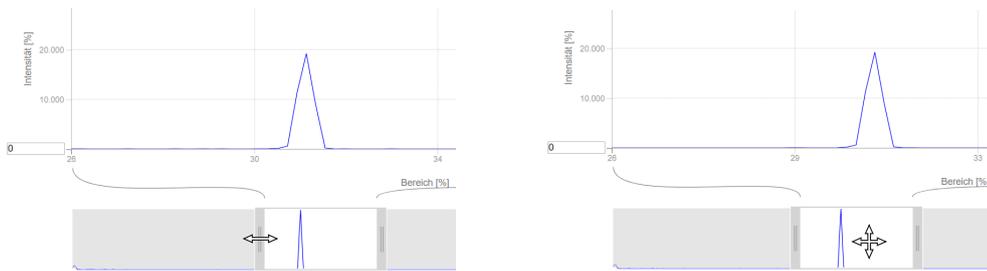


Abb. 38 Zoomen mit Slider: einseitig bzw. Bereichsverschiebung mit Pfeilkreuz

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

## 6.8 Dickenmessung mit Webseiten-Anzeige

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

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

LED	State	Beschreibung
Intensität	Rot	Signal in Sättigung
	Gelb	Signal zu gering
	Grün	Signal in Ordnung
Range	Rot	Kein Messobjekt oder außerhalb des Arbeitsbereiches
	Gelb	Messobjekt in Mitte Arbeitsabstand
	Grün	Messobjekt im Arbeitsbereich

Abb. 39 Bedeutung der LEDs bei der Dickenmessung

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

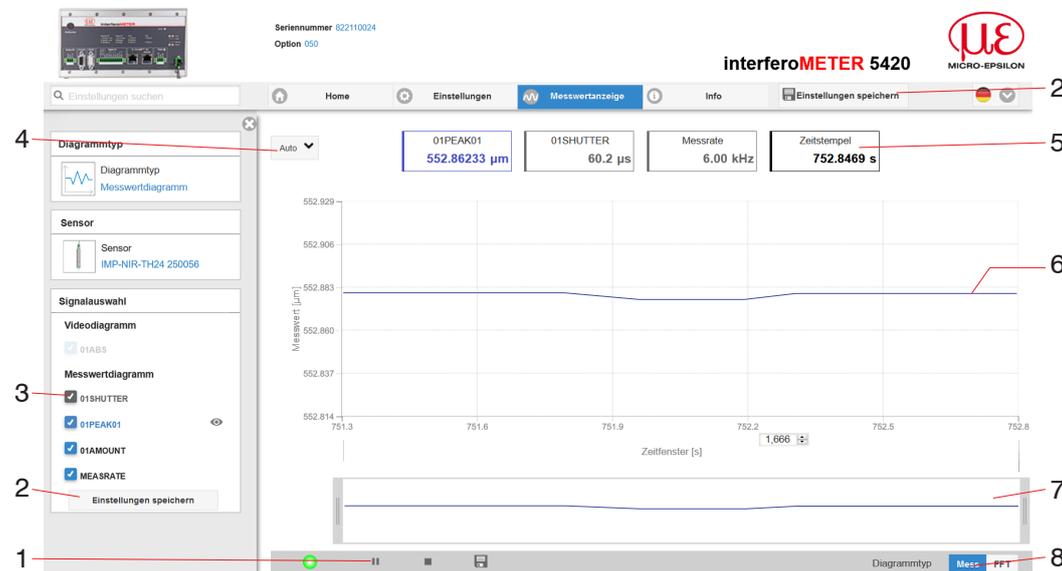


Abb. 40 Messwertanzeige (Dickenmessung)

- 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 stoppt das Diagramm, die Datenauswahl und die Zoomfunktion sind weiterhin möglich. Pause unterbricht die Aufzeichnung. Speichern öffnet den Windows Auswahldialog für Dateiname und Speicherort, um die letzten 10.000 Werte in eine CSV-Datei (Trennung mit Semikolon) zu speichern.

- ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche ▶ (Start), um die Anzeige der Messergebnisse zu starten.
- 2 Alle Änderungen 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 In den Textboxen über der Grafik werden die aktuellen Werte für Dicke, Belichtungszeit, aktuelle Messrate und Zeitstempel angezeigt. Fehler werden ebenfalls angezeigt.

- 6 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.
- 7 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.
- 8 Die beiden Schaltflächen ermöglichen den Wechsel zwischen FFT-Signal und Messwertdarstellung.

## 6.9 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.

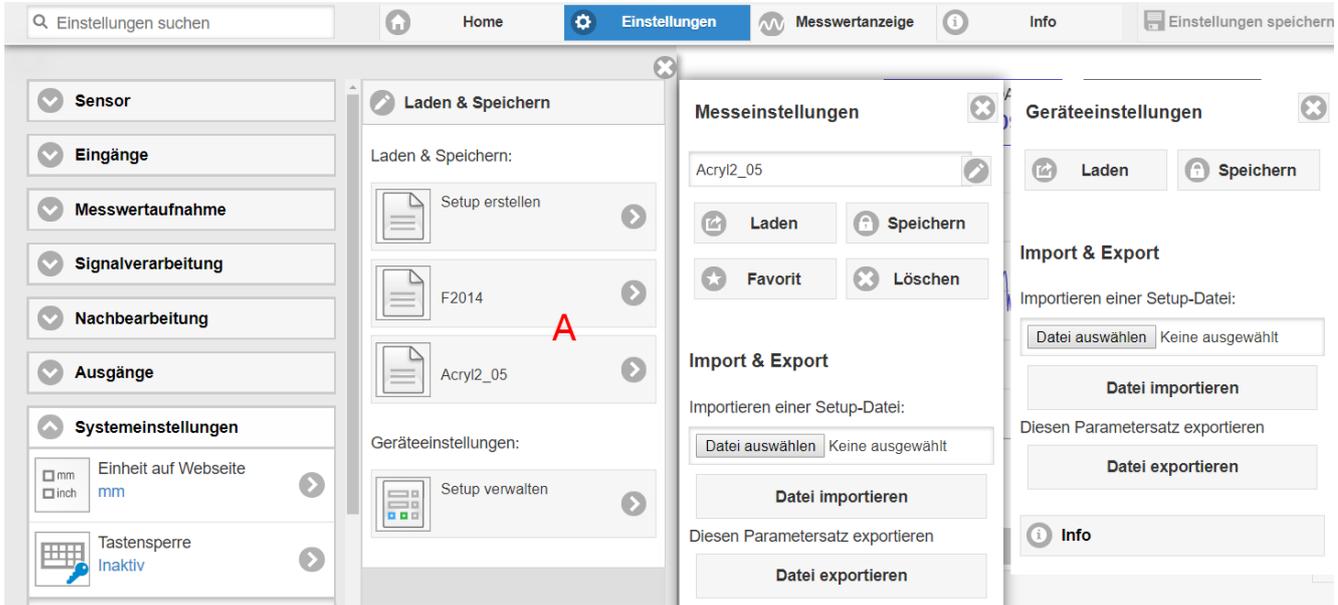


Abb. 41 Verwalten von Anwenderprogrammen

➡ Wechseln Sie in das Menü `Einstellungen > Laden & Speichern`.

Setups im Controller verwalten, Möglichkeiten und Ablauf			
Einstellungen speichern	Bestehendes Setup aktivieren	Änderung im aktiven Setup speichern	Setup nach dem Booten bestimmen
Menü <code>Setup erstellen</code>	Menü <code>Laden &amp; Speichern</code>	Menüleiste	Menü <code>Laden &amp; Speichern</code>
➡ Geben Sie im Feld <code>Individual setup name</code> den Namen für das Setup an, z. B. <code>Acryl2_05</code> und betätigen Sie die Eingabe mit der Schaltfläche <code>Speichern</code> .	➡ Klicken Sie mit der linken Maustaste auf das gewünschte Setup, Bereich A.  Es öffnet sich der Dialog <code>Messeinstellungen</code> . ➡ Klicken Sie die Schaltfläche <code>Laden</code> .	➡ Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Einstellungen speichern</code>  <code>Speichern</code>	➡ Klicken Sie mit der linken Maustaste auf das gewünschte Setup, Bereich A.  Es öffnet sich der Dialog <code>Messeinstellungen</code> . ➡ Klicken Sie die Schaltfläche <code>Favorit</code> .

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.

! 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 <code>Laden &amp; Speichern</code>	Menü <code>Laden &amp; Speichern</code>
➡ Klicken Sie mit der linken Maustaste auf das gewünschte Setup, Bereich A.  Es öffnet sich der Dialog <code>Messeinstellungen</code> . ➡ Klicken Sie die Schaltfläche <code>Exportieren</code> .	➡ Klicken Sie mit der linken Maustaste auf das gewünschte Setup, Bereich A.  Es öffnet sich der Dialog <code>Messeinstellungen</code> . ➡ Klicken Sie die Schaltfläche <code>Durchsuchen</code> . Es öffnet sich ein Windows-Dialog zur Dateiauswahl. ➡ Wählen Sie die gewünschte Datei aus und klicken Sie die Schaltfläche <code>Öffnen</code> . ➡ Klicken Sie auf die Schaltfläche <code>Importieren</code> .

## 7. Erweiterte Einstellungen

### 7.1 Eingänge

#### 7.1.1 Synchronisation

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. 5.7.9](#).

<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 TrigIn</i>	<i>Der Eingang erwartet TTL- oder HTL-Pegel und ermöglicht eine externe Synchronisation. Der TrigIn-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.

#### 7.1.2 Encoder

Maximal zwei <sup>1</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. 5.7.11](#).

<i>Encoder 1 / 2</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	

#### 7.1.3 Tastenfunktion

Die Taste `Multifunction` am Controller ist mehrfach belegt. Details dazu finden Sie im Abschnitt Multifunction, siehe [Kap. 6.4](#).

#### 7.1.4 Eingangspegel

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

<i>Eingangspegel</i>	<i>TTL / HTL</i>	<i>TTL: Low <math>\leq</math> 0,8 V, High <math>\geq</math> 2 V HTL: Low <math>\leq</math> 3 V, High <math>\geq</math> 8 V</i>
----------------------	------------------	--

#### 7.1.5 Termination

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>
-------------	----------	---

1) Verwendung der Referenzspuren als dritter Encoder möglich, siehe [Kap. 5.7.11](#).

## 7.2 Messwertaufnahme

### 7.2.1 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 6 kHz eingestellt werden. Die Schrittweite beträgt 100 Hz.

#### Vorgehensweise:

➤ Positionieren Sie das Messobjekt möglichst in der Messbereichsmittle. Verändern Sie die Messrate, bis Sie über den gesamten Messbereich ein stabiles Signal erhalten, das aber nicht übersättigt ist.

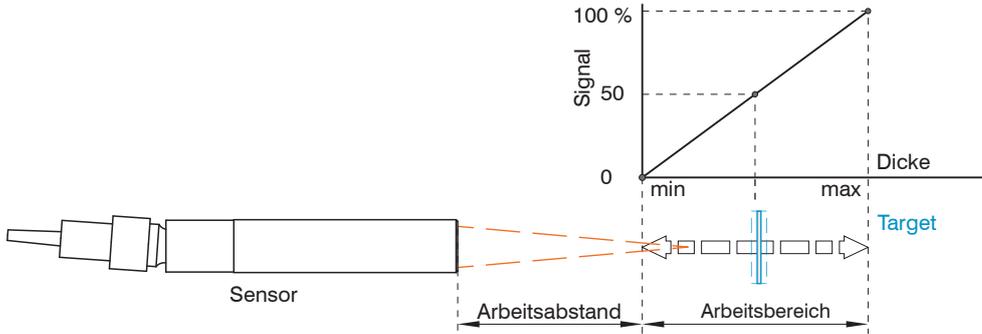


Abb. 42 Definition Messbereich und Ausgangssignal

➤ 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`, siehe [Kap. 7.2.3](#).

➤ 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.

## 7.2.2 Maskierung des Auswertebereichs

Der Auswertebereich kann 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.

Auswertebereich	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.

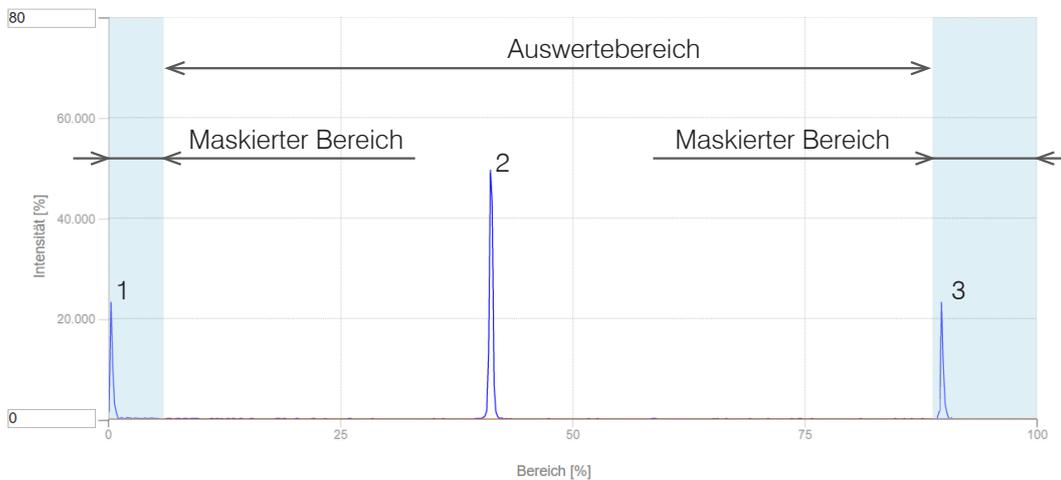


Abb. 43 Begrenzung des verwendeten FFT-Signals

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.

## 7.2.3 Belichtungsmodus

Beim interferoMETER kann der Belichtungsmodus eingestellt werden.

Die eingestellte oder geeignete Messrate wird gehalten und nur die Belichtungszeit geregelt. Es gilt ein kleinerer Regelungsumfang bei schnellerer Messung. Hier können auch unterschiedlich reflektierende Messobjekte mit der gleichen Messrate gemessen werden.

## 7.2.4 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.

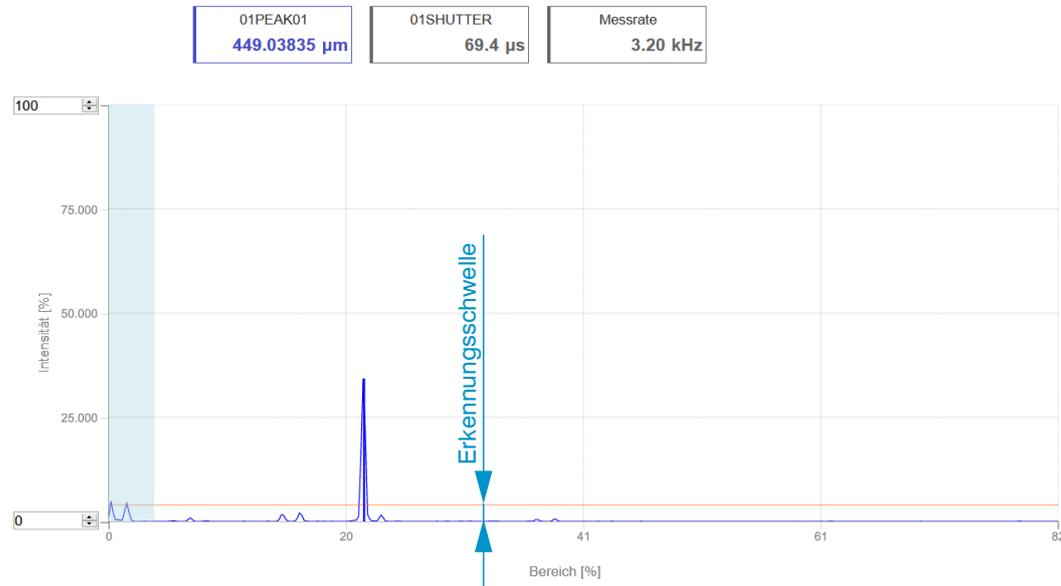


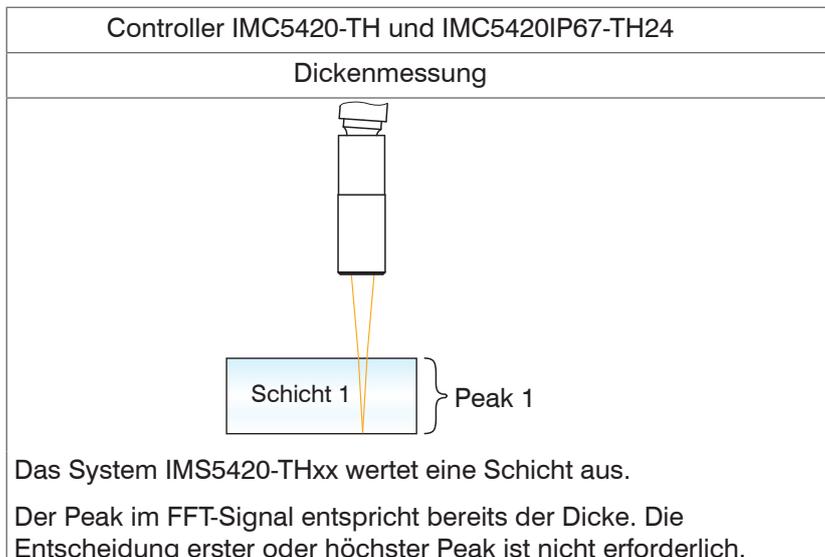
Abb. 44 Messung mit Nebenpeaks an einem optisch nicht dichten Material

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

## 7.2.5 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 `Erster Peak` oder `Höchster Peak`.



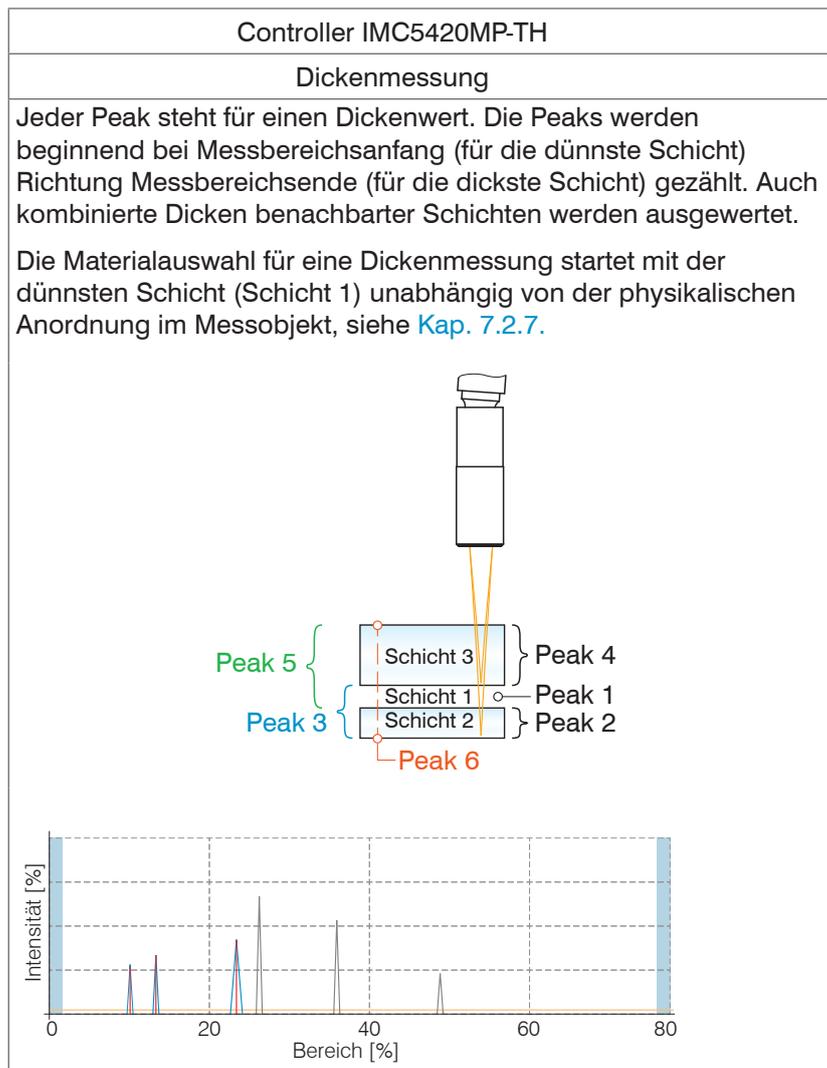
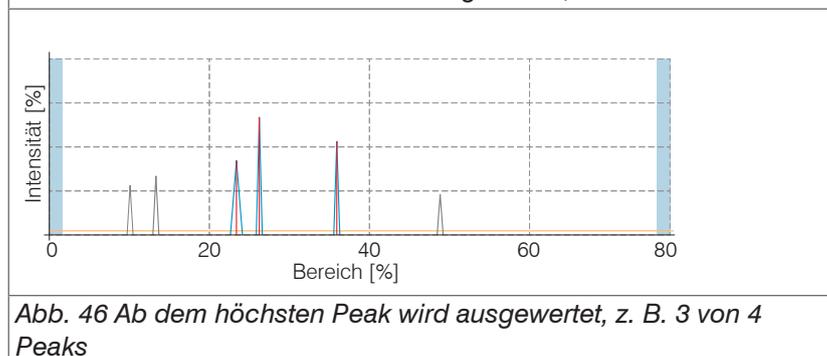


Abb. 45 Ab dem ersten Peak wird ausgewertet, z. B. 3 von 4 Peaks



Die Anzahl der Peaks des FFT-Signals, die zur Auswertung bei der Dickenmessung verwendet werden, sind separat zu bestimmen, siehe [Kap. 7.2.6](#).

Bei einem Messobjekt, das aus mehreren transparenten Schichten besteht, ist eine Materialzuweisung pro Schicht erforderlich, siehe [Kap. 7.2.7](#).

**i** Diese Funktion wird genutzt, wenn ein Material vor oder zwischen den Nutzpeaks noch kleinere Störpeaks aufweist, die durch dünne Schichten auf dem Messobjekt verursacht werden. Diese Funktion ist mit Bedacht einzusetzen und wendet sich ausschließlich an Produktspezialisten.

### 7.2.6 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.

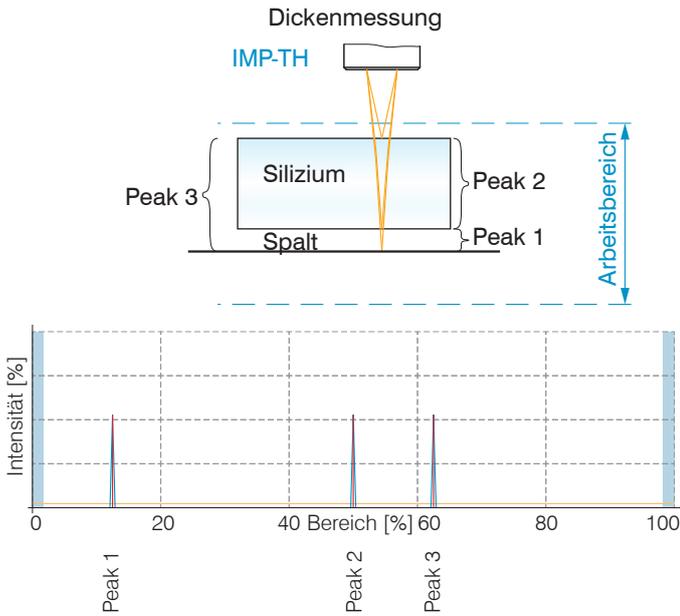
Diese Funktion ist für das folgende System möglich:

- IMS5420MP-TH: max. 5 Schichten

Achten Sie auf die richtige Zählweise der Peaks, siehe [Kap. 7.2.5](#).

Die Standard-Systeme IMS5420-TH24 und IMS5420IP67-TH24 werten eine Schicht aus.

Beispiel für eine Schicht durch Silizium und Spalt; Messpeak-Sortierung: Erster



**Materialauswahl**

Material Infront:

Schicht 1:

Schicht 2:

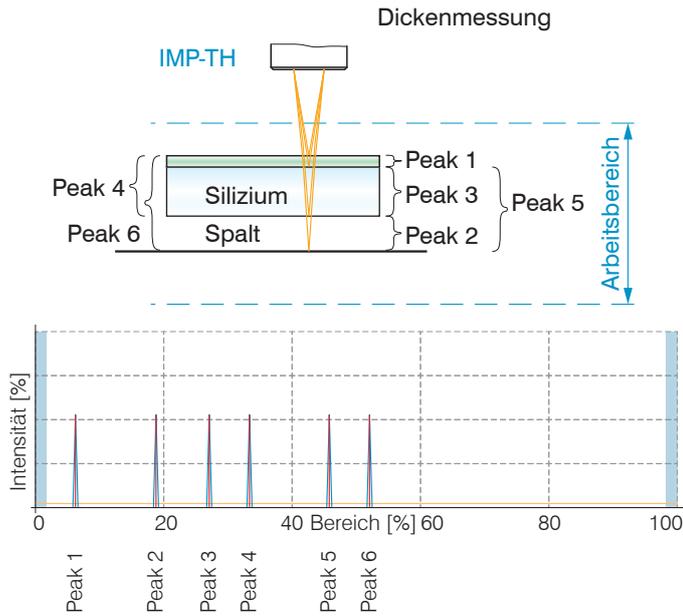
Schicht 3:

Abb. 47 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 Silizium und Luft. Der Controller wertet diese Schicht aus; das Ergebnis hat in der Messung aber keine Bedeutung.

Beispiel für Silizium mit Paste und Spalt, Messpeak-Sortierung: Erster



**Materialauswahl**

Material Infront:

Schicht 1:

Schicht 2:

Schicht 3:

Schicht 4:

Schicht 4 ist die Materialauswahl für die Kombinationsschicht <sup>1</sup> von Peak 4.

Abb. 48 Messanordnung aus drei Schichten mit zugehöriger Materialauswahl

Der IMS5420MP-TH24 Controller misst die Dicke der Kombinationsschichten des gesamten Materials. Ist eine Trennung der Schichten nicht möglich oder bestehen die Schichten aus unterschiedlichen Materialien, ist eine Dickenbestimmung mit dem Controller IMS5420MP-TH24 und der Signalverarbeitung (Rechenprogramme) möglich.

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

1) Der Controller IMS5420MP-TH24 wertet auch kombinierte Dicken der verschiedenen Schichten aus.

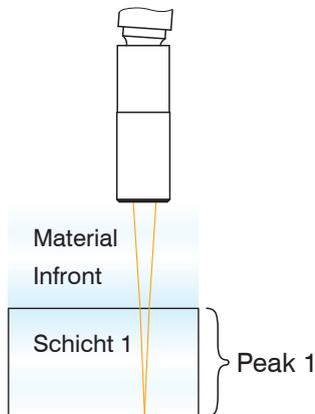
## 7.2.7 Materialauswahl

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.

bei Dickenmessung

Controller IMC542-TH24, IMC5420IP67-TH24

- ➡ 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`.

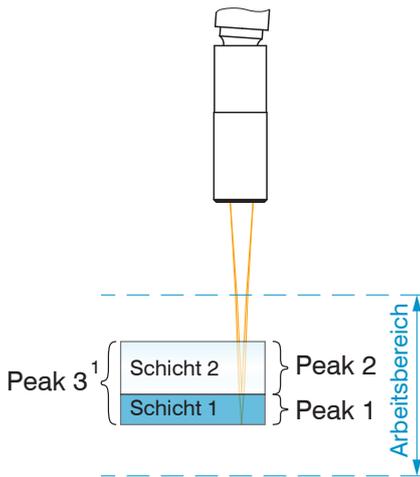
Material Name	Phasenindex	Gruppenbrechungsindex	Phasenverschiebung	Beschreibung
Air calibration	1.000262	1.000264	0.000000	Calibration material
Vacuum calibration	1.000000	1.000000	0.000000	Calibration material
Silicon calibration	3.545000	3.825245	0.000000	Calibration material, 20.75degC, 1096.68nm
Vacuum	1.000000	1.000000	0.000000	Perfect vacuum
Air	1.000274	1.000276	0.000000	1100 nm, laboratory conditions, Ciddor et al. 1996
Silicon	3.545000	3.820000	0.000000	1100 nm, laboratory conditions, Schinke et al. 2015
Water	1.324000	1.340500	0.000000	1100 nm, 20degC, Daimon and Mesura et al. 2007

Abb. 49 Auswahl Material Messobjekt

Für eine Berechnung der 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.

bei Dickenmessung



Controller IMC5420MP-TH24

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

**Materialauswahl**

Material Infront:

Air calibration

---

Schicht 1:

Silicon

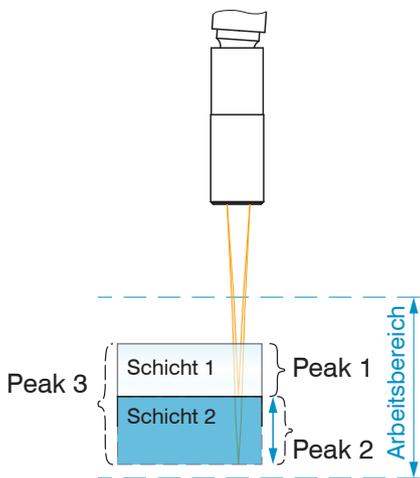
---

Schicht 2:

Air

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

bei Dickenmessung



Controller IMC5420MP-TH24

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. 6.8](#), siehe [Kap. 7.2.5](#).

**Materialauswahl**

Material Infront:

Air calibration

---

Schicht 1:

Air

---

Schicht 2:

Silicon

1) Der Controller IMS5420MP-TH24 wertet auch kombinierte Dicken der verschiedenen Schichten aus. Für Peak 3 ist entsprechend eine Materialauswahl für Schicht 3 (= Schicht 1 + Schicht 2) zu treffen.

## 7.2.8 Triggerung

### 7.2.8.1 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 eingestellte Messrate.
- Als externe Triggereingänge werden die Eingänge *Sync/Trig* oder *TrigIn* benutzt, siehe [Kap. 5.7.10](#).
- Werkseinstellung: keine Triggerung, der Controller beginnt mit der Datenübertragung unmittelbar nach dem Einschalten.
- Die Pulsdauer des Triggersignals muss mindestens  $5 \mu\text{s}$  betragen.

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

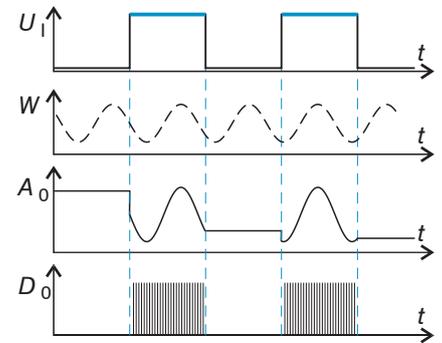
Sync/Trig TrigIn	Triggerart	Pegel	Triggerpegel	Pegel niedrig / Pegel hoch	
		Kante	Triggerpegel	fallende Flanke / steigende Flanke	
Software	Anzahl Messwerte		Anzahl Messwerte	Manuelle Auswahl	Wert
				Unendlich	
	Triggerung starten			Manuelle Auswahl	Wert
Encoder 1/2			Untergrenze	Wert	
			Oberer Grenzwert	Wert	
			Schrittweite	Wert	
inaktiv			kontinuierliche Messwertaufnahme		

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

$U_1$  = Triggersignal

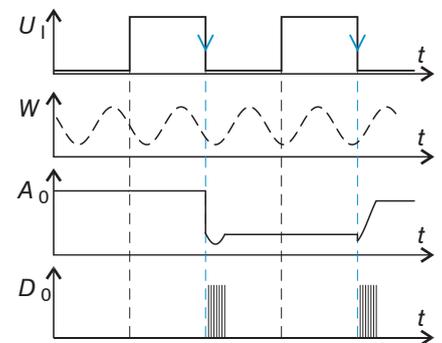
$W$  = Dickensignal

Abb. 50 Triggerung mit aktivem High-Pegel ( $U_1$ ), zugehöriges Analogsignal ( $A_0$ ) und Digitalsignal ( $D_0$ )



**Flanken-Triggerung.** Startet Messwertaufnahme oder -ausgabe, sobald die gewählte Flanke am Triggereingang anliegt. Die Anzahl der aufgenommenen Messwerte ist abhängig vom Parameter *Anzahl Messwerte*. Die Pulsdauer muss mindestens  $5 \mu\text{s}$  betragen.

Abb. 51 Triggerung mit fallender Flanke ( $U_1$ ), zugehöriges Analogsignal ( $A_0$ ) und Digitalsignal ( $D_0$ )



**Software-Triggerung.** Startet die Werteingabe oder -ausgabe, sobald ein Softwarebefehl (anstelle des Triggereingangs) oder die Schaltfläche *Trigger* ausgelöst aktiviert wird. Der Zeitpunkt ist ungenau definiert. Der Controller gibt bei erfüllter Triggerbedingung die festgelegte Anzahl an Messwerten aus. Wertebereich zwischen 1 und 16383. Die Messwertausgabe kann auch über ein Kommando beendet werden, siehe [Kap. A 3.3.4.5](#).

**Encoder-Triggerung.** Einer der 3 Encodereingänge kann als Trigger verwendet werden. Der Controller prozessiert bei erfüllter Triggerbedingung die Messwerte; danach wartet der Controller auf ein weiteres Triggersignal.

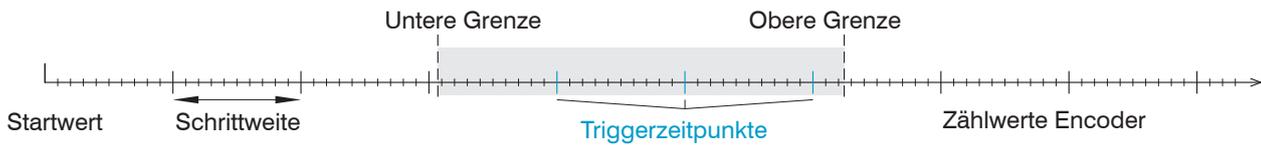


Abb. 52 Begriffsdefinition für die Encoderauslösung

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

### 7.2.8.2 Triggerung der Messwertaufnahme

Das aktuelle Zeilensignal wird erst nach einem gültigen Triggerereignis verarbeitet und die Messwerte daraus berechnet. Nach einer möglichen Signalverarbeitung (z. B. Mittelwert) werden die Messwertdaten dann für die Ausgabe über eine digitale oder analoge Schnittstelle vorbereitet. 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.

### 7.2.8.3 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.

### 7.2.8.4 Triggerzeitdifferenz

Da die Belichtungszeit nicht direkt durch den Triggereingang gestartet wird, kann man die jeweilige Zeitdifferenz zum Messzyklus ausgeben. Dieser Messwert kann z. B. dazu dienen, Messungen exakt einem Ort zuzuordnen, wenn Messobjekte mit konstanter Geschwindigkeit gescannt werden und jede Spur mit einem Triggerimpuls gestartet wird.

Die Zeit vom Zyklusstart bis zum Triggerereignis wird als Triggerzeitdifferenz bestimmt. Die Ausgabe der ermittelten Zeit erfolgt 5 Zyklen später, bedingt durch die interne Verarbeitung.

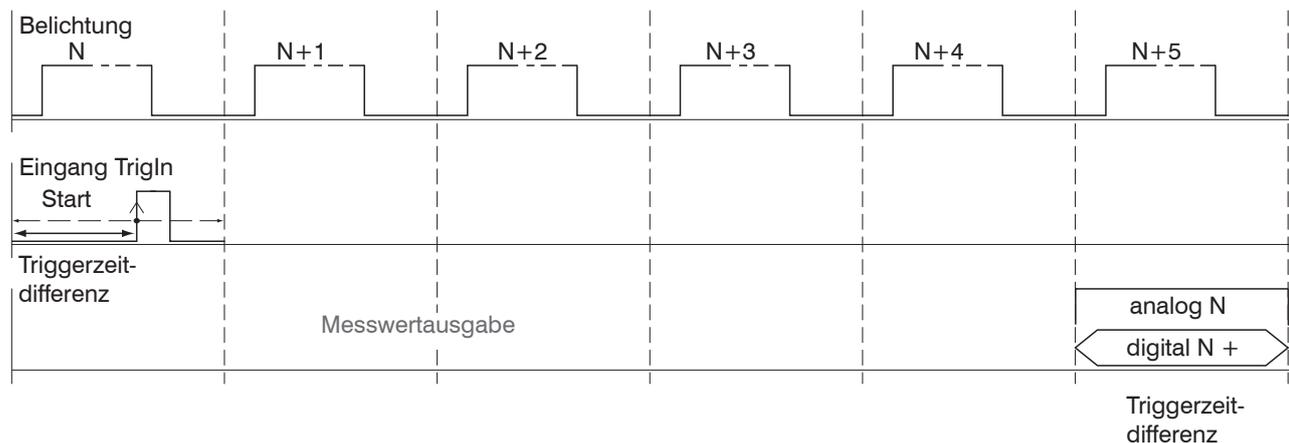


Abb. 53 Definition der Triggerzeitdifferenz

Zyklusstart bedeutet nicht Start der Belichtungszeit. Es besteht nur eine feste Differenz zwischen Zyklusstart und dem Ende der Belichtungszeit von 100 ns.

### 7.3 Signalverarbeitung, Berechnung

#### 7.3.1 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.

		IMS5x-TH IMS5xIP67-TH	IMS5xMP-TH
Median		•	•
Gleitender Mittelwert		•	•
Rekursive Mittelung		•	•
bei Dickenmessung	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		•

Abb. 54 Verfügbare Programme, • = mögliche Funktion

- ➡ Wählen Sie ein Programm ①, z. B. Mittelwert, aus.
- ➡ Definieren Sie die Parameter ②.
- ➡ Bestimmen Sie die Datenquelle ③.
- ➡ Geben Sie dem Block einen Namen ④.
- ➡ Klicken Sie auf die Schaltfläche `Rechnung speichern`.

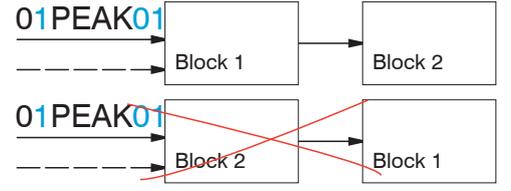
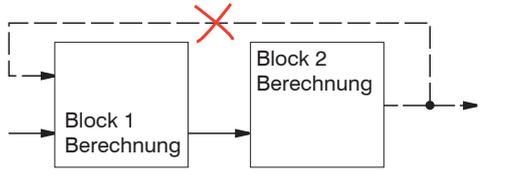
Abb. 55 Reihenfolge für das Anlegen eines Berechnungsblockes

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

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	
	Anzahl Werte	Wert	Rekursiv: 2 ... 32000
			Gleitend: 2 / 4 / 8 / 16 / 32 / 64 / 128 / 256 / 512 / 1024 / 2048 / 4096
			Median: 3 / 5 / 7 / 9

Die Anzahl der Werte gibt an, über wie viele aufeinanderfolgende Messwerte im Controller gemittelt werden soll, bevor ein neuer Messwert ausgegeben wird.

### 7.3.2 Definitionen

<p>Es sind max. 10 Berechnungsblöcke möglich. Die Abarbeitung der Berechnungsblöcke erfolgt sequentiell.</p>	
<p>Rückkoppelungen (algebraische Schleifen) über einen oder mehrere Blöcke sind nicht möglich. Als Datenquellen können nur die Dickenwerte bzw. das Rechenergebnis des vorhergehenden Berechnungsblockes verwendet werden.</p>	
<p><b>Reihenfolge der Verarbeitung:</b></p> <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. Mastering</li> <li>7. Statistik</li> </ol>	

### 7.3.3 Messwertmittelung

Die Messwertmittelung erfolgt nach der Berechnung der Messwerte 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.

In jedem Messzyklus wird der interne Mittelwert neu berechnet.

**i** 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 = 4“, d. h. mit Mittelwertbildung ausgeliefert.

#### 7.3.3.1 Gleitender Mittelwert

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

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

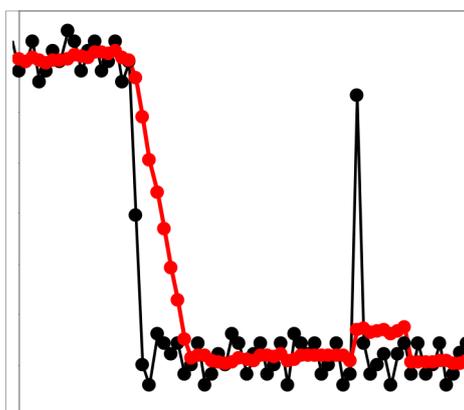
$MW$	Messwert,
$N$	Mittelungszahl,
$k$	Laufindex (im Fenster)
$M_{gl}$	Mittelwert bzw. Ausgabewert

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

**Beispiel:**  $N = 4$

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

**i** Bei der gleitenden Mittelung im Controller sind für die Mittelungszahl  $N$  nur die Potenzen von 2 zugelassen. Die größte Mittelungszahl ist 4096.



— Signal ohne Mittelung  
 — Signal mit Mittelung

Abb. 56 Gleitendes Mittel,  $N = 8$

#### Anwendungshinweise:

- Glätten von Messwerten
- Im Vergleich zur rekursiven Mittelung kann die Wirkung feiner dosiert werden
- Bei gleichmäßigem Rauschen der Messwerte ohne Spikes
- Bei geringfügig rauher Oberfläche kann die Rauheit eliminiert werden
- Auch für Messwertsprünge geeignet bei relativ kurzen Einschwingzeiten

### 7.3.3.2 Rekursiver Mittelwert

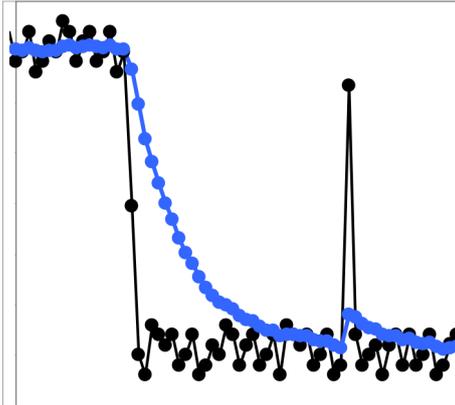
Formel:

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

$MW$  Messwert,  
 $N$  Mittelungszahl,  $N = 1 \dots 32768$   
 $n$  Messwertindex  
 $M_{rek}$  Mittelwert bzw. Ausgabewert

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

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



— Signal ohne Mittelung  
 — Signal mit Mittelung

Abb. 57 Rekursives Mittel,  $N = 8$

#### Anwendungshinweise:

- Erlaubt eine sehr starke Glättung der Messwerte. Lange Einschwingzeiten bei Messwertsprüngen (Tiefpassverhalten)
- Starke Glättung von Rauschen ohne große Spikes
- Gut geeignet 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. Papierrauhigkeit an Papierbahnen
- Zur Eliminierung von Strukturen, z. B. Messobjekte mit gleichmäßigen Rillenstrukturen, gerändelte Drehteile oder grob gefräste Messobjekte
- Ungeeignet bei hochdynamischen Messungen

### 7.3.3.3 Median

Aus der gewählten Anzahl von Messwerten wird der Median gebildet.

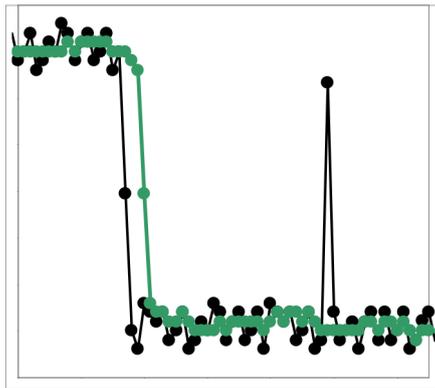
Bei der Bildung des Medians im Controller werden die einlaufenden Messwerte nach jeder Messung neu sortiert. Der mittlere Wert wird danach als Median ausgegeben.

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



— Signal ohne Mittelung  
— Signal mit Mittelung

#### Anwendungshinweise

- Glättung der Messwertkurve nicht sehr stark, eliminiert vor allem Ausreißer
- Unterdrückt einzelne Störimpulse in kurzen, starken Signalspitzen (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

Abb. 58 Median, N = 7

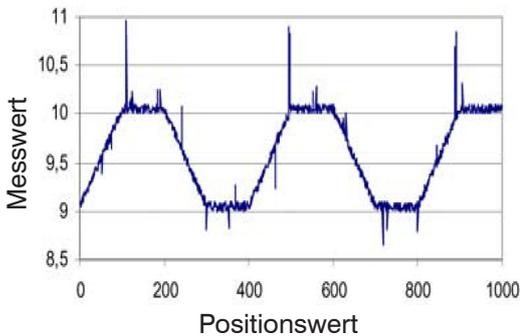


Abb. 59 Profil, Original

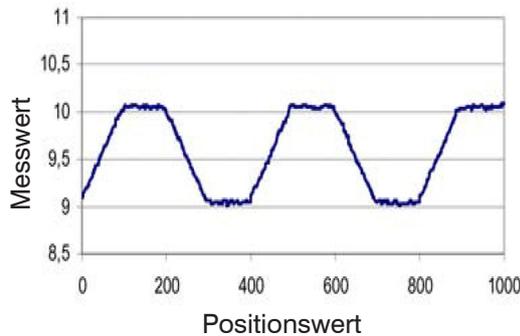


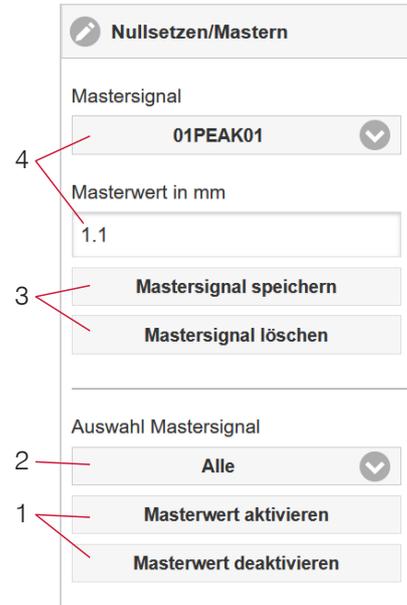
Abb. 60 Profil mit Median, N = 9

## 7.4 Nachbearbeitung

### 7.4.1 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 mit dem Controller ist die tatsächliche Dicke eines Masterobjektes als *Masterwert* einzugeben.

Masterwert in mm	Wert
	Angabe, z. B. der Dicke, eines Masterstückes. Wertebereich: -21,47 ... +21,47 mm (-0,845 ... +0,845 Zoll)



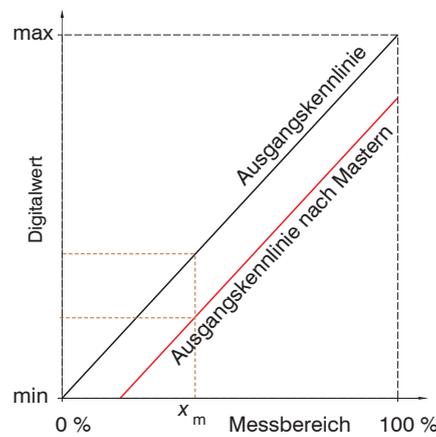
Mastern wird zum Ausgleich von mechanischen Toleranzen im Messaufbau der Sensoren oder der Korrektur von zeitlichen (thermischen) Änderungen am Messsystem verwendet. Das Mastermaß, auch als Kalibriermaß bezeichnet, wird dabei als Sollwert vorgegeben.

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

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

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

Abb. 61 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.

#### 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.

Abb. 62 Kennlinienverschiebung beim Mastern



Abb. 63 Ablaufdiagramm für Nullsetzen, Mastern (Multifunction-Taste)

! Die Taste Select ist entsprechend der Werkseinstellung nach einem Ablauf von 5 min gesperrt. Die Tastensperre können Sie z. B. über das Webinterface aufheben, siehe [Kap. 7.6.3](#).



Abb. 64 Ablaufdiagramm für die Rücknahme Nullsetzen/Mastern

Die Funktion Nullsetzen/Mastern kann mehrfach hintereinander angewendet werden.

1) Die Taste Multifunction bleibt ohne Wirkung, weil die Tastensperre aktiv ist.

## 7.4.2 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.



Abb. 65 Dialog zum Mastern, Übersicht der einzelnen Masterwerte

- 1 Über die Schaltfläche `Statistikwert rücksetzen` können ein bestimmtes Signal oder alle Statistiksignale zurückgesetzt und damit ein neuer Auswertezyklus (Speicherperiode) eingeleitet werden. Am Beginn eines neuen Zyklus werden die alten Statistikwerte gelöscht.
- 2 Schaltfläche zum Speichern bzw. Löschen eines Signals.
- 3 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.
- 4 Signal für die Funktion auswählen.

Reihenfolge für das Anlegen einer Statistikauswertung:

- Wechseln Sie in den Reiter `Einstellungen > Nachbearbeitung > Statistik`.
- Wählen Sie ein Signal aus (4), für das die Statistikwerte berechnet werden sollen.
- Bestimmen Sie mit `Statistikwert` den Auswertebereich.



Abb. 66 Dynamische Aktualisierung des Auswertebereiches über die Messwerte, Statistikwert = 8

### 7.4.3 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.

### 7.4.4 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.

## 7.5 Ausgänge

### 7.5.1 Allgemein

Eine parallele Datenausgabe über mehrere Kanäle ist möglich.

### 7.5.2 RS422

RS422	Baudrate	9,6 / 115,2 / 230,4 / 460,8 / 691,2 / 921,6 / 2000 / 3000 / 4000 kbps
	Signale	01ABS / 01SHUTTER / 01ENCODER1 / 01ENCODER2 / 01PEAK01 / ... / 01PEAK14 01AMOUNT / MEASRATE / TIMESTAMP / COUNTER / STATE / LAYER01 / GAP

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.

Über die Schnittstelle RS422 werden pro Ausgabewert minimal 14 Bit und maximal 32 Bit übertragen.

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.

Die Ausgabereihenfolge der einzelnen Signale innerhalb eines Datenpaketes ist festgelegt und wird im Webinterface eingeblendet.

### 7.5.3 Datenausgabe Ethernet

Die Auswahl der Ausgabedaten aus allen intern bestimmten Werten und den berechneten Werten aus den Rechenmodulen erfolgt getrennt für beide Schnittstellen. 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.

The screenshot displays the configuration interface for the Ethernet output. On the left, the 'Ausgänge' (Outputs) menu is open, showing various output options. The 'Datenausgabe Ethernet' option is selected. On the right, the 'Datenausgabe Ethernet' configuration panel is shown. It features a 'Signale' (Signals) section with a list of signals and checkboxes. The signals 'Layer01' and 'Gap' are checked, indicating they are selected for output. Below this list, the 'Ausgabereihenfolge' (Output sequence) is displayed as 'Layer01 Gap'.

Abb. 67 Auswahl der Ausgabedaten für die Ethernetschnittstelle, abhängig von Controllerausführung

### 7.5.4 Analogausgang

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

Ausgangssignal	01PEAK01 / ... / 01PEAK14 / LAYER01 / GAP	Am Analogausgang kann wahlweise nur ein Ausgabewert ausgegeben werden.	
Ausgabebereich	4 ... 20 mA / 0 ... 5 V / 0 ... 10 V	Am Controller kann wahlweise 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, siehe [Abb. 68](#).

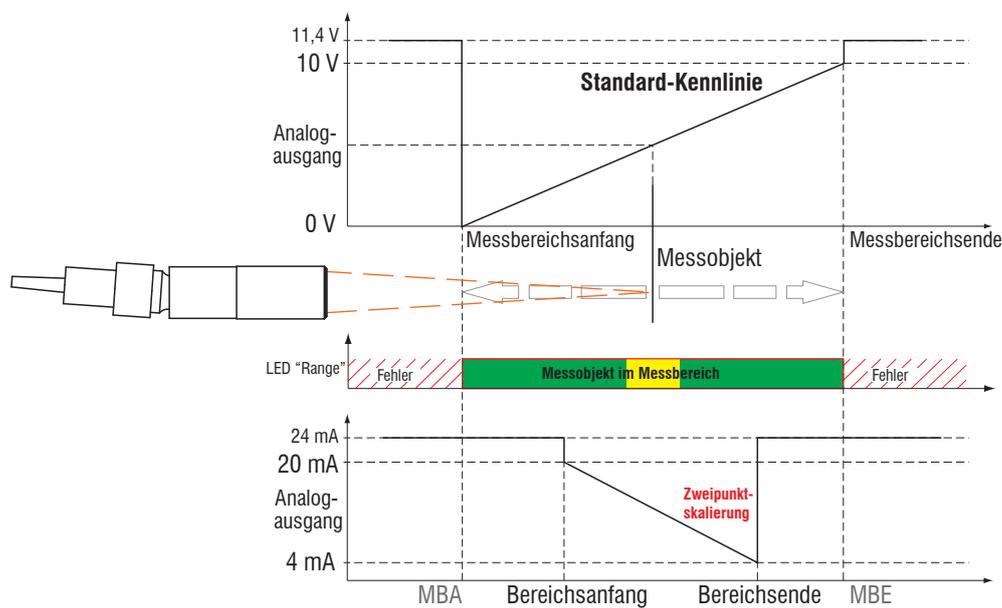


Abb. 68 Skalierung des Analogsignals

**7.5.4.1 Berechnung des Messwerts am Stromausgang**

Stromausgang (ohne Mastern, ohne Teachen)

Variablen	Wertebereich	Formel
$I_{OUT}$ Strom in mA	[3,8; <4] MBA-Reserve [4; 20] Messbereich [>20; 20,2] MBE-Reserve	$d = \frac{(I_{OUT} - 4)}{16} * MB$
$MB$ Messbereich (Dicke) in mm	{1,05 <sup>1</sup> }	
$d$ Dicke in mm	[-0,01MB; 1,01MB]	

Stromausgang (mit Teachen)

Variablen	Wertebereich	Formel
$I_{OUT}$ Strom in mA	[3,8; <4] MBA-Reserve [4; 20] Messbereich [>20; 20,2] MBE-Reserve	$d = \frac{(I_{OUT} - 4)}{16} *  n - m $
$MB$ Messbereich (Dicke) in mm	{1,05 <sup>1</sup> }	
$m, n$ Lernbereich in mm	[0; MB]	
$d$ Dicke in mm	[m; n]	

**7.5.4.2 Ausgabe des Messwerts am Spannungsausgang**

Spannungsausgang (ohne Mastern, ohne Teachen)

Variablen	Wertebereich	Formel
$U_{OUT}$ Spannung in V	[-0,05; <0] MBA-Reserve [0; 5] Messbereich [>5; 5,05] MBE-Reserve	$d = \frac{U_{OUT}}{5} * MB$
	[-0,1; <0] MBA-Reserve [0; 10] Messbereich [>10; 10,1] MBE-Reserve	$d = \frac{U_{OUT}}{10} * MB$
$MB$ Messbereich (Dicke) in mm	{1,05 <sup>1</sup> }	
$d$ Dicke in mm	[-0,01MB; 1,01MB]	

Spannungsausgang (mit Teachen)

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

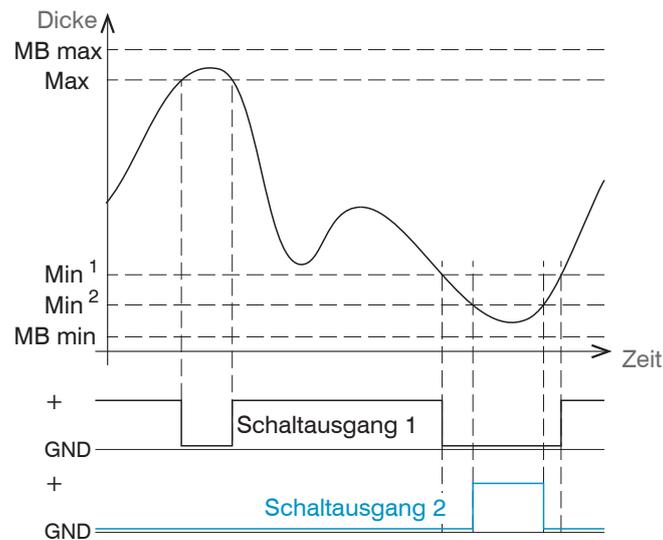
1) Messbereich (Dicke) bei n=3,82 (Silizium); bei Luftspaltmessung zwischen zwei Glasplatten (n~1) beträgt der Messbereich 0,2 ... 4 mm. Das Messobjekt muss sich innerhalb des Arbeitsbereiches befinden.

### 7.5.5 Digitalausgänge, 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, .



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. 69 Schaltausgang 1 (beide, NPN) und Schaltausgang 2 (unten, PNP) mit Grenzwerten

### 7.5.6 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. Für eine Messwert-Erfassung ohne unmittelbare Prozess-Steuerung, für eine nachfolgende Analyse. Die Parametrierung erfolgt durch das Webinterface oder ASCII-Befehle.
  - 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.

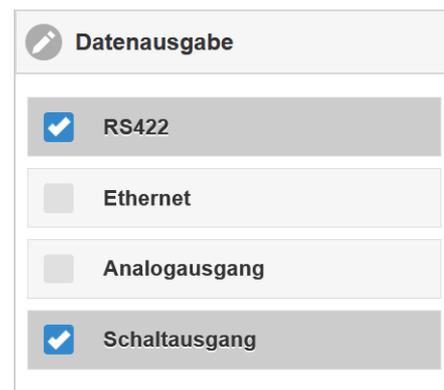


Abb. 70 Auswahl der erforderlichen Schnittstellen für die Datenausgabe

Grau hinterlegte Felder erfordern eine Auswahl.

Wert Dunkel umrandete Felder erfordern die Angabe eines Wertes.

## 7.5.7 Einstellungen Ethernet

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

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 Messwertpaket hinzugefügt.

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

Hierfür wird keine ausdrücklicher 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  $7835 = 7,853 * 10^{-5}$  mm.

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

## 7.6 Systemeinstellungen

### 7.6.1 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.

### 7.6.2 Sprachunterstützung

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

Die ASCII-Hilfe unterstützt Sie in englischer Sprache vorhanden.

### 7.6.3 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 einer Tastensperre belegt, die 5 min nach Einschalten des Controllers beginnt.

### 7.6.4 Laden und Speichern

Sie können Geräteeinstellungen im Controller speichern oder gespeicherte Einstellungen aktivieren. Details dazu finden Sie im Abschnitt Laden und Speichern, siehe [Kap. 6.9](#).

### 7.6.5 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 <b>Import &amp; Export</b>	
<p>➡ Klicken Sie mit der linken Maustaste auf die Schaltfläche <b>Parametersatz erstellen</b>.</p> <p>Es öffnet sich der Dialog <b>Daten zum Exportieren wählen</b>.</p> <p>➡ Durch Anwahl/Abwahl in den Checkboxes stellen Sie einen Parametersatz zusammen.</p> <p>➡ Klicken Sie auf die Schaltfläche <b>Datei übertragen</b>.</p> <p>Es öffnet sich ein Windows-Dialog zum Dateitransfer.</p> <p>➡ Bestätigen Sie den Dialog mit <b>OK</b>.</p> <p>Das Betriebssystem legt den Parametersatz im Bereich <b>Download</b> ab. Der Dateiname für das nebenstehende Beispiel lautet damit <code>&lt;... \Downloads\IMC5420_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 die Schaltfläche <b>Durchsuchen</b>.</p> <p>Es öffnet sich ein Windows-Dialog zur Dateiauswahl.</p> <p>➡ Wählen Sie die gewünschte Datei aus und klicken Sie die Schaltfläche <b>Öffnen</b>.</p> <p>Es öffnet sich der Dialog <b>Daten zum Importieren</b>.</p> <p>➡ Durch Anwahl/Abwahl in den Checkboxes bestimmen Sie die durchzuführenden Aktionen.</p> <p>➡ Click on the button <b>Parametersatz übertragen</b>.</p>

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

#### Aktionen beim Importieren

<input type="checkbox"/>	Vorhandene Setups (mit gleichem Namen) überschreiben
<input type="checkbox"/>	Einstellungen des importierten initialen Setups übernehmen

### 7.6.6 Zugriffsberechtigung

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

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 Anwender sind folgende Funktionen zugänglich:

	Benutzer	Experte
Passwort erforderlich	nein	ja
Einstellungen ansehen	ja	ja
Einstellungen ändern, Passwort ändern	nein	ja
Messwerte, FFT-Signale	ja	ja
Skalierung Diagramme	ja	ja
Taster Multifunction	nein	ja
Werkseinstellungen wiederherstellen	nein	ja

Abb. 71 Rechte in der Benutzerhierarchie

Tippen Sie das Standard-Passwort „000“ oder ein benutzerdefiniertes Passwort in das Feld *Passwort* ein und bestätigen Sie die Eingabe mit *Anmelden*.

Abb. 72 Wechsel in die Benutzerebene Experte

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

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

### 7.6.7 Controller rücksetzen

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

Messeinstellungen	Setzt das Preset auf <i>Standard Dickglas</i> und alle Parameter (ausgenommen Schnittstelleneinstellungen) auf die Werkseinstellung zurück.
Geräteinstellungen	Ethernet-Schnittstelle auf Werkseinstellung zurücksetzen.
Materialtabelle zurücksetzen	Materialtabelle auf Werkseinstellungen zurücksetzen.
Alles rücksetzen	Setzt die Geräte- und die Messeinstellungen auf die Werkseinstellungen zurück.
Controller rebooten	Startet den Controller mit den zuletzt gespeicherten Einstellungen

### 7.6.8 Lichtquelle

Sie können die SLED (Lichtquelle) und den Pilotlaser ein- oder ausschalten.

### 7.6.9 Materialtabelle

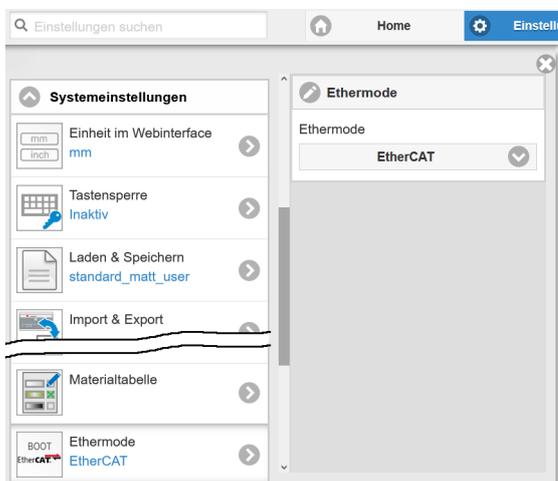
Dieser Menüpunkt ermöglicht es Ihnen, die Einstellungen der aufgelisteten Materialien zu vergleichen oder ein neues Material hinzuzufügen.

### 7.6.10 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.

## 8. Dickenmessung

### 8.1 Voraussetzungen

Für eine einseitige Dickenmessung eines transparenten Messobjektes wertet der Controller zwei an den Oberflächen reflektierte Signale aus. Der Controller berechnet aus beiden Signalen die Abstände zu den Oberflächen und daraus 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.

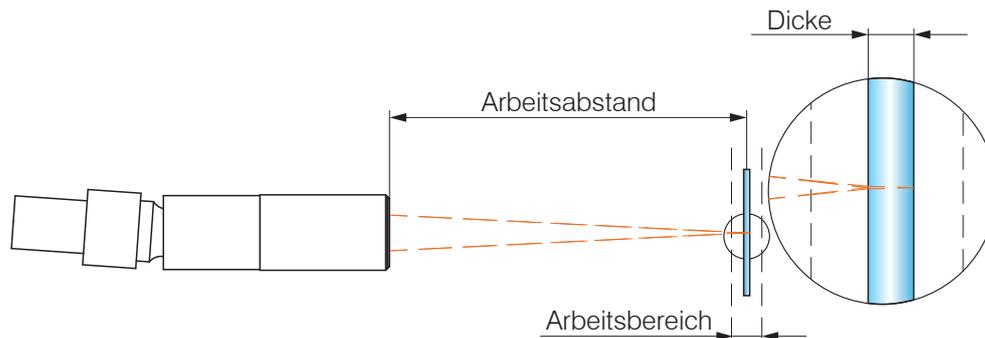


Abb. 73 Einseitige Dickenmessung an einem transparenten Messobjekt

Minimale Messobjektdicke	50 $\mu\text{m}$ / Gruppenindex
Maximale Messobjektdicke	1,05 mm / Gruppenindex
Minimale Luftdicke	200 $\mu\text{m}$
Maximale Luftdicke	4 mm

1) Messbereich bei  $n=3,82$  (Silizium); Messbare Dicke abhängig von Dotierung (siehe Tabelle)

2) Bei Luftspaltnessung zwischen zwei Glasplatten ( $n \sim 1$ ) beträgt der Messbereich 0,2 ... 4 mm. Das Messobjekt muss sich innerhalb des Arbeitsabstandes befinden.

### 8.2 Auswahl des Sensors

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

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

### 8.3 Materialauswahl

Für die Berechnung eines korrekten Dickenmesswertes ist die Angabe des Materials unerlässlich.

➤ Wechseln Sie in das Menü `Einstellungen > Messwertaufnahme > Materialauswahl`.

➤ Wählen Sie für `Schicht 1` den Werkstoff des Messobjektes aus.

## 8.4 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. Hochdotierte Wafer weisen typisch niedrige Peaks aus; 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.

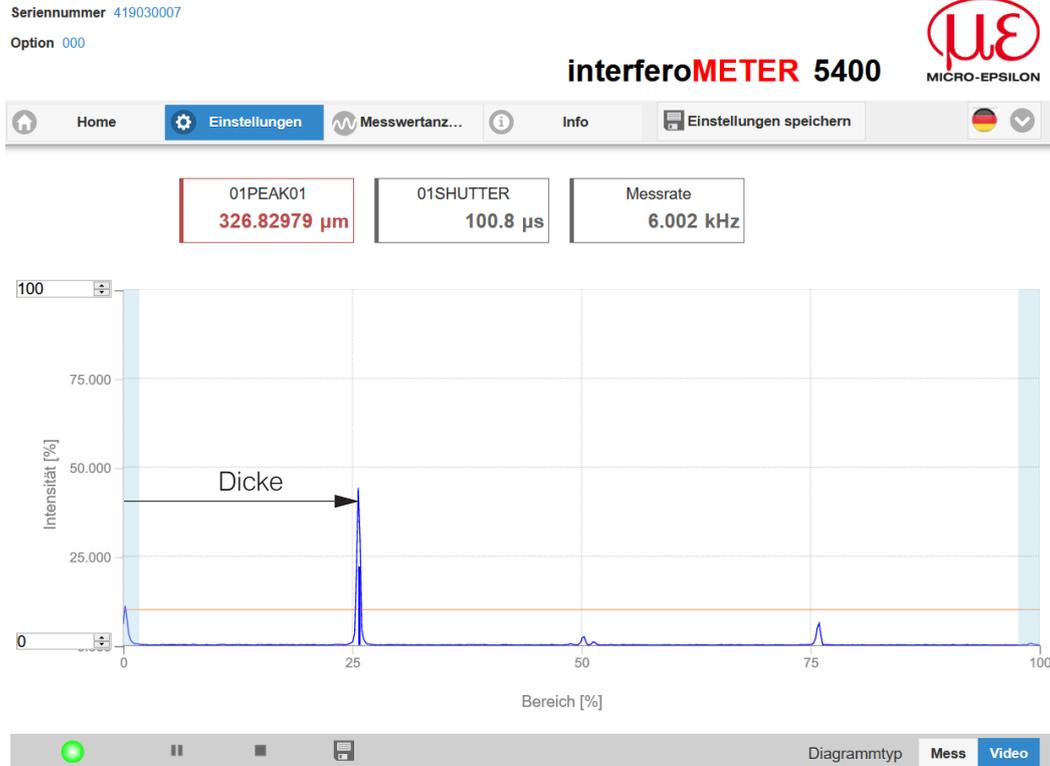


Abb. 74 Webseite FFT-Signal (Dickenmessung)

### 8.4.1 Messwertanzeige

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

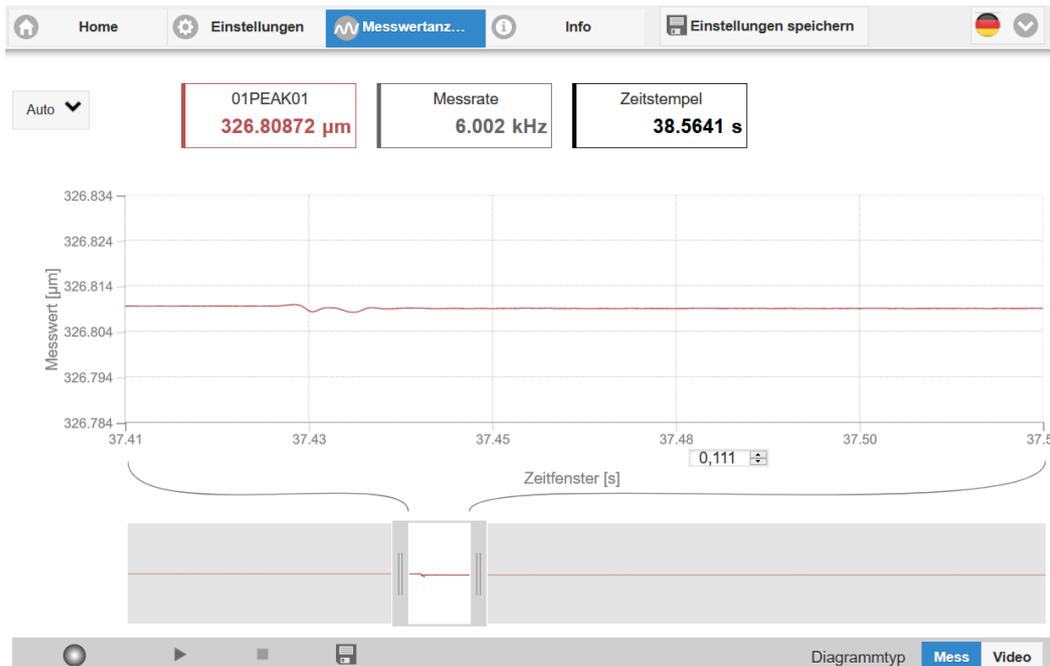


Abb. 75 Offlineanalyse Dickenmessergebnisse aus einseitiger Dickenmessung

In der Webseite wird die Dicke grafisch und numerisch gezeigt.

## 9. 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

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

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

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

## 10. Service, Reparatur

Bei einem Defekt am Sensor, Controller oder des Sensorkabels:

MICRO-EPSILON Messtechnik GmbH & Co. KG  
Koenigbacher Str. 15  
94496 Ortenburg / Germany

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

- Speichern Sie nach Möglichkeit die aktuellen Sensoreinstellungen in einem Parametersatz, siehe [Kap. 6.9](#), 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:

## 11. 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-veee\\_en](https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-electrical-and-electronic-equipment-veee_en). Hier besteht die Möglichkeit, sich über die jeweiligen nationalen Sammel- und Rücknahmestellen zu informieren.
- Altgeräte können zur Entsorgung auch an MICRO-EPSILON an die im Impressum unter <https://www.micro-epsilon.de/impressum/> angegebene Anschrift zurückgeschickt werden.
- Wir weisen darauf hin, dass Sie für das Löschen der messspezifischen und personenbezogenen Daten auf den zu entsorgenden Altgeräten selbst verantwortlich sind.
- Unter der Registrierungsnummer WEEE-Reg.-Nr. DE28605721 sind wir bei der Stiftung Elektro-Altgeräte Register, Nordostpark 72, 90411 Nürnberg, als Hersteller von Elektro- und/ oder Elektronikgeräten registriert.



## Anhang

### A 1 Zubehör, Serviceleistungen

#### Montageadapter

MA5400-10 Montageadapter für Sensoren IMP-TH24

#### Sensorkabel (Lichtwellenleiter)

C5421-x Standard E2000/APC (Controller) und FC/APC Stecker (Sensor),  
Lichtwellenleiterlänge x = 1 m, 2 m, 3 m, 5 m,  
weitere Längen sind auf Anfrage bis 20 m möglich

C5421IP67-x Standardkabel für IMC5420IP67-TH24 Controller,  
Glasfaserlänge x = 0,5 m, 1 m, 2 m

#### Vakuumdurchführung

C5405/VAC/1/CF16 Vakuumdurchführung mit CF-Flansch

C5405/VAC/1/KF16 Vakuumdurchführung mit CK-Flansch

#### Sonstiges Zubehör

SC2471-3/IF2008ETH Verbindungskabel zwischen IMC5420 und IF2008/ETH, Länge 3 m

SC2471-x/IF2008 Verbindungskabel zwischen IMC5420 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

EC2471-3/OE Encoder-Kabel, Länge 3m, einseitig offene Enden

PC5420IP67-x Versorgungskabel für IMC5420IP67, Länge 1,5 oder 3 m

SC5420IP67-IE-x-RJ45 Patchkabel mit 5-poligem M12-Stecker und RJ45-Stecker, Länge 1,5 oder 3 m

SC5420IP67-OE-x Schnittstellenkabel für Interface IF2035 PROFINET oder EtherNet/IP, IF2001/USB, Länge 1,5 oder 3 m, einseitig offene Enden

IF2001/USB Konverter RS422 auf USB, Typ IF2001/USB, verwendbar für Kabel SC2471-x/RS422/OE, inklusive Treiber,  
Anschlüsse: 1 x Buchse 10-polig (Kabelklemme) Typ Würth 691361100010,  
1x Buchse 6-polig (Kabelklemme) Typ Würth 691361100006

IF2004/USB 4-Kanal RS422/USB Konverter für einen bis vier Controller mit RS422-Schnittstelle, zusätzlich mit Triggereingang, passend für Kabel SC2471-x/IF2008, Ausgabe der Daten über USB-Schnittstelle, für den Betrieb ist ein Netzteil 24 VDC/2 A erforderlich (nicht enthalten)

IF2008/ETH 8-fach RS422 zu Ethernet-Umsetzer mit industrieller M12 Stecker/Buchse zum Anschluss von bis zu 8 Controllern mit RS422-Schnittstelle; zusätzlich 4 programmierbare Schaltein- und -ausgänge, die über TTL und HTL Logik angesprochen werden können, passend für Kabel SC2471-x/IF2008ETH, zulässige Umgebungstemperatur +5 bis +50°C; Schutzart IP65

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

IF2035-PROFINET Schnittstellenmodul zur PROFINET-Anbindung von Micro Epsilon Sensoren mit RS422/RS485-Schnittstelle, passend für Kabel SC2471-x/RS422/OE, 1-Kanal-System mit Hutschienengehäuse, inkl. GSDML-Datei zur Softwareeinbindung in die SPS, zertifiziert nach PNIO V2.33

IF2035-EIP Schnittstellenmodul zur Ethernet/IP-Anbindung von Micro Epsilon Sensoren mit RS422/RS485 Schnittstelle, passend für Kabel SC2471-x/RS422/OE, 1-Kanal-System mit Hutschienengehäuse, inkl. EDS-Datei zur Softwareeinbindung in die SPS, zertifiziert nach Ethernet/IP CT16

EK1122 2-Port EtherCAT-Abzweigung

PS2020                    Netzteil für Hutschienenmontage, Eingang 230 VAC, Ausgang 24 VDC/2,5 A  
PC5420-x                Versorgungskabel für IMS5420IP67-TH24

## A 2      Werkseinstellung

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

Messwertmittelung: gleitend, 4 Werte
Fehlerbehandlung: Fehlerausgabe
Ethernet: Statische IP, 169.254.168.150
Messrate: 6 kHz
Einheit im Webinterface: mm
Datenreduktion: keine
Tastenfunktion 2: inaktiv

Eine Übersicht über alle Parameter finden Sie im Menü [Info](#) > [Systemübersicht](#).

## A 3 ASCII-Kommunikation mit Controller

### A 3.1 Allgemein

Die ASCII-Befehle können über die Schnittstellen RS422 oder Ethernet (Port 23) an den 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 Ethernet einschalten

OUTPUT ETHERNET ←↵

Hinweis: ←↵ 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 aktiviert 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 welche mit „Exxx“ beginnt, wobei xxx für eine eindeutige Fehlernummer steht. Außerdem können anstatt von Fehlermeldungen auch Warnmeldungen („Wxxx“) ausgegeben werden.

Diese sind analog zu den Fehlermeldungen aufgebaut. Bei Warnmeldungen wurde der Befehl trotzdem ausgeführt.

### A 3.2 Übersicht Befehle

Gruppe	Kapitel	Befehl	Kurzinfo	IMC5420 IMC5420MP	IMS5420IP67
<b>Allgemein</b>					
	Kap. A 3.3.1.1	HELP	Hilfe	•	•
	Kap. A 3.3.1.2	GETINFO	Controller-Information	•	•
	Kap. A 3.3.1.3	ECHO	Antworttyp	•	•
	Kap. A 3.3.1.4	PRINT	Parameterübersicht	•	•
	Kap. A 3.3.1.5	SYNC	Synchronisation	•	•
	Kap. A 3.3.1.6	TERMINATION	Terminierungswiderstand	•	•
	Kap. A 3.3.1.7	RESET	Controller booten	•	•
	Kap. A 3.3.1.8	RESETCNT	Zähler zurücksetzen	•	•
<b>Benutzerebene</b>					
	Kap. A 3.3.2.1	LOGIN	Wechsel der Benutzerebene	•	•
	Kap. A 3.3.2.2	LOGOUT	Wechsel in die Benutzerebene	•	•
	Kap. A 3.3.2.3	GETUSERLEVEL	Abfrage der Benutzerebene	•	•
	Kap. A 3.3.2.4	STDUSER	Einstellen des Standardnutzers	•	•
	Kap. A 3.3.2.5	PASSWD	Kennwort ändern	•	•
<b>Sensor</b>					
	Kap. A 3.3.3.1	SENSORTABLE	Anzeige der verfügbaren Sensoren, Kalibrierungstabellen	•	•
	Kap. A 3.3.3.2	SENSORHEAD	Auswahl des Sensors	•	•
	Kap. A 3.3.3.3	SENSORINFO	Sensorinformation	•	•
	Kap. A 3.3.3.4	PILOTLASER	Pilotlaser ein/aus	•	•
	Kap. A 3.3.3.5	SLED	SLED ein/aus	•	•

<b>Triggerung</b>				IMC5420 IMC5420MP	IMS5420IP67
Kap. A 3.3.4.1	TRIGGERSOURCE	Triggerquelle	•		
Kap. A 3.3.4.2	TRIGGERAT	Wirkung des Triggereingangs	•		
Kap. A 3.3.4.3	TRIGGERMODE	Triggerart	•		
Kap. A 3.3.4.4	TRIGGERLEVEL	Aktivpegel des Triggereingangs	•		
Kap. A 3.3.4.5	TRIGGERSW	Erzeugen eines Softwaretriggersignals	•	•	
Kap. A 3.3.4.6	TRIGGERCOUNT	Anzahl der auszugebenden Messwerte	•	•	
Kap. A 3.3.4.7	TRIGINLEVEL	Pegel für den TrgIn (TTL / HTL)	•		
Kap. A 3.3.4.8	TRIGGERENCMAX	Maximale Encoder-Triggerung	•		
Kap. A 3.3.4.9	TRIGGERENCMIN	Minimale Encoder-Triggerung	•		
Kap. A 3.3.4.10	TRIGGERENCSTEPSIZE	Schrittweite Encoder-Triggerung	•		
<b>Encoder</b>					
Kap. A 3.3.5.1	ENCINTERPOLn	Einstellung Interpolationstiefe	•		
Kap. A 3.3.5.2	ENCREFn	Einstellung Referenzspur	•		
Kap. A 3.3.5.3	ENCVALUEn	Encoderwert setzen	•		
Kap. A 3.3.5.4	ENCSET	Encoderwert setzen	•		
Kap. A 3.3.5.5	ENCRESET	Reset des Encoderwert	•		
Kap. A 3.3.5.6	ENCMAXn	Setzen des maximalen Encoderwertes	•		
Kap. A 3.3.5.7	ENCODER3	Encoder3 An/Aus	•		
<b>Schnittstellen</b>					
Kap. A 3.3.6.1	IPCONFIG	Einstellungen Ethernet	•	•	
Kap. A 3.3.6.2	MEASTRANSFER	Einstellung des Messwertservers	•	•	
Kap. A 3.3.6.3	BAUDRATE	Einstellung RS422	•	•	
Kap. A 3.3.6.4	ETHERMODE	Wechsel Ethernet EtherCAT	•		
Kap. A 3.3.6.5	MEASCNT_ETH	Messungen pro Frame	•	•	
Kap. A 3.3.6.6	TCPKEEPALIVE	TCP An/Aus	•	•	
<b>Parameterverwaltung, Einstellungen Laden / Speichern</b>					
Kap. A 3.3.7.1	BASICSETTINGS	Verbindungseinstellungen laden	•	•	
Kap. A 3.3.7.2	CHANGESETTINGS	Geänderte Parameter anzeigen	•	•	
Kap. A 3.3.7.3	EXPORT	Parametersätze exportieren	•	•	
Kap. A 3.3.7.4	IMPORT	Parametersätze importieren	•	•	
Kap. A 3.3.7.5	SETDEFAULT	Zurücksetzen auf Werkseinstellungen	•	•	
Kap. A 3.3.7.6	MEASSETTINGS	Messeinstellungen bearbeiten	•	•	
<b>Messung</b>					
Kap. A 3.3.8.1	MEASRATE	Messrate	•	•	
Kap. A 3.3.8.2	ROI	Maskierung des Auswertebereichs	•	•	
Kap. A 3.3.8.3	MIN_THRESHOLD	Mindestschwelle Peakerkennung	•	•	
<b>Materialdatenbank</b>					
Kap. A 3.3.9.1	MATERIALTABLE	Materialtabelle	•	•	
Kap. A 3.3.9.2	MATERIAL	Material auswählen	•	•	
Kap. A 3.3.9.3	MATERIALINFO	Materialeigenschaft anzeigen	•	•	
Kap. A 3.3.9.4	MATERIALEDIT	Materialtabelle editieren	•	•	
Kap. A 3.3.9.5	MATERIALADD	Material ergänzen	•	•	
Kap. A 3.3.9.6	MATERIALMP	Materialzusammensetzung Messobjekt bestimmen	•	•	
Kap. A 3.3.9.7	MATERIAL_INFRONT	Material bzw. Medium vor dem Messobjekt bestimmen	•	•	
Kap. A 3.3.9.8	MATERIALDELETE	Material löschen	•	•	
Kap. A 3.3.9.9	PEAKCOUNT	Anzahl Peaks	•	•	

<b>Messwertbearbeitung</b>				IMC5420 IMC5420MP	IMS5420IP67
Kap. A 3.3.10.1	META_STATISTICSIGNAL	Liste möglich auszuwählender Statistiksignale	•	•	
Kap. A 3.3.10.2	STATISTICSIGNAL	Auswahl Statistiksignal	•	•	
Kap. A 3.3.10.3	META_STATISTIC	Liste möglicher Statistiksignale	•	•	
Kap. A 3.3.10.4	STATISTIC	Auswahl Statistiksignal	•	•	
Kap. A 3.3.10.6	META_MASTERSIGNAL	Liste der möglich zu parametrisierenden Signale	•	•	
Kap. A 3.3.10.7	MASTERSIGNAL	Parametrisieren der Mastersignale	•		
Kap. A 3.3.10.8	META_MASTER	Liste möglicher Signale für das Mastern	•		
Kap. A 3.3.10.9	MASTER	Mastern auslösen	•		
Kap. A 3.3.10.11	COMP	Berechnung im Kanal	•	•	
Kap. A 3.3.10.12	META_COMP	Liste möglicher Berechnungssignalen	•	•	
<b>Datenausgabe</b>					
Kap. A 3.3.11.1	OUTPUT	Auswahl Digitalausgang	•	•	
Kap. A 3.3.11.2	OUTREDUCEDEVICE	Ausgabe-Datenrate	•	•	
Kap. A 3.3.11.3	OUTREDUCECOUNT	Reduzierungszähler	•	•	
Kap. A 3.3.11.4	OUTHOLD	Fehlerbehandlung	•	•	
<b>Auswahl der auszugebenden Messwerte über die Schnittstellen</b>					
Kap. A 3.3.12.2	OUT_ETH	Datenauswahl für Ethernet	•	•	
Kap. A 3.3.12.3	META_OUT_ETH	Liste der mögliche Signale für Ethernet	•	•	
Kap. A 3.3.12.4	GETOUTINFO_ETH	Liste ausgewählter Signale, Reihenfolge über Ethernet	•	•	
<b>Schaltausgänge</b>					
Kap. A 3.3.13.1	ERROROUTn	Fehler Schaltausgang	•		
Kap. A 3.3.13.2	ERRORLIMITSIGNALn	Setzen des auszuwertenden Signales	•		
Kap. A 3.3.13.3	META_ERRORLIMITSIGNAL	Liste der möglichen Signale für den Errorausgang	•		
Kap. A 3.3.13.4	ERRORLIMITCOMPARETOn	Setzen der Grenzwerte	•		
Kap. A 3.3.13.5	ERRORLIMITVALUESn	Setzen des Wertes	•		
Kap. A 3.3.13.6	ERRORLEVELOUTn	Schaltverhalten der Fehlerausgänge	•		
<b>Analogausgang</b>					
Kap. A 3.3.14.1	ANALOGOUT	Datenauswahl für den Analogausgang	•		
Kap. A 3.3.14.2	META_ANALOGOUT	Liste möglicher Signale Analogausgang	•		
Kap. A 3.3.14.3	ANALOGRANGE	Setzen Strom-/Spannungsbereichs des Digital-Analog- Wandlers (DAC)	•		
Kap. A 3.3.14.4	ANALOGSCALEMODE	Einstellung der Skalierung des DAC	•		
Kap. A 3.3.14.5	ANALOGSCALERANGE	Einstellung des Skalierungsbereiches	•		
<b>Tastenfunktionen</b>					
Kap. A 3.3.15.1	KEYFUNC	Aktivierung der Mehrfunktionstaste	•		
Kap. A 3.3.15.2	KEYMASTERSIGNALSELECT	Signalauswahl	•		
Kap. A 3.3.15.3	KEYLOCK	Auswahl der Tastensperre	•		

## A 3.3 Allgemeine Befehle

### A 3.3.1 Allgemein

#### A 3.3.1.1 Hilfe

```
HELP [HELP | <Command>]
```

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

#### A 3.3.1.2 Controller-Information

```
GETINFO
```

Controller-Daten werden abgefragt Ausgabe siehe untenstehendes Beispiel:

```
->GETINFO
Name:          IMC5420
Serial:        12345678
Option:        000
Article:       12345678
MAC-Address:   00-0C-12-01-62-03
Version:       001.036.014
Hardware-rev: 02
Boot-version:  002.003
BuildID:       4
Timestamp:    20191219_103316
```

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

#### A 3.3.1.3 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.

#### A 3.3.1.4 Parameterübersicht

```
PRINT
```

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

### A 3.3.1.5 Synchronisation

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

Einstellen der Synchronisationsart:

- NONE: Keine Synchronisation
- MASTER: Bei dieser Einstellung ist der Controller der 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: Bei dieser Einstellung ist der Controller der Slave. Das Synchronisations-Signal wird über die Trig-Schnittstelle empfangen. Es kann zwischen HTL- und TTL-Pegel gewählt werden.

Input	Kennlinie
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 der andere auf Slave geschaltet ist.

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

### A 3.3.1.6 Terminierungswiderstand an Sync/Trig

TERMINATION [ON | OFF]

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

### A 3.3.1.7 Controller booten

RESET

Der Controller wird neu gestartet.

### A 3.3.1.8 Zähler zurücksetzen

RESETCNT [TIMESTAMP] [MEASCNT]

Der Zähler wird nach Eintreffen der gewählten Triggerflanke zurückgesetzt.

- TIMESTAMP: setzt den Zeitstempel zurück
- MEASCNT: setzt den Messwertzähler zurück

### A 3.3.2 Benutzerebene

#### A 3.3.2.1 Wechsel der Benutzerebene

```
LOGIN <Passwort>
```

Geben Sie das Kennwort ein, um zur Professional-Ebene zu wechseln.  
Es gibt folgende Benutzerebenen:

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

#### A 3.3.2.2 Wechsel in die Benutzerebene

```
LOGOUT
```

Setzen der Benutzerebene auf USER.

#### A 3.3.2.3 Abfrage der Benutzerebene

```
GETUSERLEVEL
```

Abfragen der aktuellen Benutzerebene.

Mögliche Ausgaben, siehe [Kap. A 3.3.2.1](#), „Wechsel der Benutzerebene“.

#### A 3.3.2.4 Einstellen des Standardnutzers

```
STDUSER [USER | PROFESSIONAL]
```

Einstellen des Standardbenutzers, der nach dem Systemstart angemeldet ist.

#### A 3.3.2.5 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.

### A 3.3.3 Sensor

#### A 3.3.3.1 Info zu Kalibriertabellen

SENSORTABLE

```
->SENSORTABLE
Channel, Position, Sensor name, Measurement range, Serial number
1, 1 IMP-TH24 2.100 mm, 12345678
->
```

Ausgabe aller verfügbaren (angelernten) Sensoren.

#### A 3.3.3.2 Sensornummer

SENSORHEAD [<number>]

Auswahl des aktuellen Sensors anhand dessen Position in der Sensortabelle.

#### A 3.3.3.3 Sensorinformation

SENSORINFO

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

```
->SENSORINFO
Position: 0
Sensor name: IMP-TH24
Measurement range: 2.100 mm
Serial number: 12345678

Sensor Type: Thickness
->
```

#### A 3.3.3.4 Pilotlaser

PILOTLASER [ON | OFF]

Gibt den aktuellen Status des Pilotlasers an oder schaltet den Pilotlaser ein bzw. aus.

#### A 3.3.3.5 SLED

SLED [ON | OFF]

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

### A 3.3.4 Triggerung

#### A 3.3.4.1 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: Triggerung durch Encoder1 bzw. 2
- ENCODER3: Triggerung durch Encoder3 (ENCODER3 muss eingeschaltet sein)

#### A 3.3.4.2 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.

Als Werkseinstellung ist die Triggerung der Messwertaufnahme aktiviert.

#### A 3.3.4.3 Triggerart

TRIGGERMODE [EDGE | PULSE]

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

- PULSE: Pegeltriggerung
- EDGE: Flankentriggerung

#### A 3.3.4.4 Aktivpegel des Triggereingangs

TRIGGERLEVEL [HIGH | LOW]

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

#### A 3.3.4.5 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.

#### A 3.3.4.6 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)

#### A 3.3.4.7 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.

#### A 3.3.4.8 Maximale Encoder-Triggerung

```
TRIGGERENCMAX [<maximum_value>]
```

Maximalen Encoderwert für Triggerung setzen.  
Der Wert kann zwischen 0 und 232-1 liegen.

#### A 3.3.4.9 Minimale Encoder-Triggerung

```
TRIGGERENCMIN [<minimum_value>]
```

Minimalen Encoderwert für Triggerung setzen.  
Der Wert kann zwischen 0 und 232-1 liegen.

#### A 3.3.4.10 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 232-1 liegen.

#### A 3.3.4.11 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.

### A 3.3.5 Encoder

#### A 3.3.5.1 Encoder-Interpolationstiefe

```
ENCINTERPOL1 [1 | 2 | 4]
```

```
ENCINTERPOL2 [1 | 2 | 4]
```

```
ENCINTERPOL3 [1 | 2 | 4]
```

Setzen der Interpolationstiefe des jeweiligen Encoder-Eingangs.

#### A 3.3.5.2 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).

#### A 3.3.5.3 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 232-1 liegen.

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

#### A 3.3.5.4 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).

#### A 3.3.5.5 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).

#### A 3.3.5.6 Maximaler Encoderwert

```
ENCMAX1 [<Encoder value>]
```

```
ENCMAX2 [<Encoder value>]
```

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 232-1 liegen.

#### A 3.3.5.7 Encoder3 An/Aus

```
ENCODER3 [ON | OFF]
```

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

### A 3.3.6 Schnittstellen

#### A 3.3.6.1 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.

#### A 3.3.6.2 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. A 3.3.11.1](#).
- **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).

#### A 3.3.6.3 Einstellung der RS422 Baudrate

```
BAUDRATE [<Baudrate>]
```

Einstellbare Baudraten in Bps für die RS422-Schnittstelle:

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

#### A 3.3.6.4 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.

#### A 3.3.6.5 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)

#### A 3.3.6.6 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“

### A 3.3.7 Parameterverwaltung, Einstellungen Laden / Speichern

#### A 3.3.7.1 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.

#### A 3.3.7.2 Geänderte Parameter anzeigen

```
CHANGESETTINGS
```

Gibt alle geänderten Einstellungen aus.

#### A 3.3.7.3 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.

#### A 3.3.7.4 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

#### A 3.3.7.5 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.

### A 3.3.7.6 Messeinstellungen bearbeiten, speichern, anzeigen, löschen

MEASSETTINGS <Unterkommando> [<Name>]

Einstellungen für Messaufgaben, die anwendungsabhängige Messeinstellungen zwischen Controller-RAM und Controller-Flash übertragen. Entweder werden die herstellereigenen Presets oder die nutzerdefinierten Einstellungen verwendet.

Jedes Preset kann als nutzerdefinierte Einstellung verwendet werden.

#### Unterkommandos:

PRESETMODE <mode>	Bestimmt die Preset-Dynamik.
<mode> = NONE   STATIC   BALANCED   DYNAMIC	Bei NONE ist keine Auswahl für ein Preset vorhanden.
PRESETLIST	Listet alle vorhandenen Presets (Namen): „Name1“ „Name2“ „...“
READ <Name>	Lädt ein Basic-Setting oder ein Meassettings / Preset aus dem Controller-Flash.
STORE <Name>	Speichert ein Basic-Settings oder ein Meas-Settings in den Controller-Flash. Name angeben oder es wird unter dem aktuellen Namen gespeichert.
DELETE <Name>	Löscht die benannte Messeinstellung aus dem Controller-Flash.
RENAME <NameOld> <NameNew> [FORCE]	Ändert den Namen einer Messeinstellung im Controller-Flash. Mit FORCE kann eine vorhandene Messeinstellung überschrieben werden.
LIST	Listet alle gespeicherten Messeinstellungen (Namen) „Name1“ „Name2“ „...“. Die Reihenfolge ist nach den internen Slot-Nummern, also nicht die Reihenfolge des Speicherns.
CURRENT	Ausgabe des aktuellen Meassettings / Presets (Name)
INITIAL AUTO	Lädt beim Start des Controllers die zuletzt gespeicherte Einstellung bzw. das erste Preset, wenn keine Setups vorhanden sind.
INITIAL <Name>	Lädt die benannte Messeinstellung beim Start des Controllers. Presets können nicht angegeben werden.

### **A 3.3.8 Messung**

#### **A 3.3.8.1 Messrate**

```
MEASRATE [<Messrate>]
```

Eingabe der Messrate in kHz, Wertebereich 0,100 ... 6,000.

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

#### **A 3.3.8.2 Maskierung des Auswertebereichs**

```
ROI [<Start> [<End>]]
```

Kann zur Einschränkung des Auswertebereiches verwendet werden.

Anfang und Ende müssen zwischen 0 und 511 liegen. Die Angabe erfolgt in der Einheit Pixel. Der Startwert muss kleiner als der Endwert sein.

#### **A 3.3.8.3 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.

### A 3.3.9 Materialdatenbank

#### A 3.3.9.1 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

#### A 3.3.9.2 Material auswählen

```
MATERIAL [<Material Name>]
```

Auswahl des zu verwendenden Materials für den Dickenpeak (Dickensensor).  
Der Befehl unterstützt case sensitive Eingaben.

#### A 3.3.9.3 Materialeigenschaft anzeigen

```
MATERIALINFO
```

Ausgabe der Materialeigenschaften der gewählten Schicht (Layer).

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

#### A 3.3.9.4 Materialtabelle editieren

```
MATERIALEDIT <Name> <n_group> <Description>
```

Hinzufügen oder editieren eines Materials.

- Name: Materialname
- group index: Gruppenbrechungsindex des Materials (0,000000 ...10,000000)
- Description: Beschreibung des Materials mind. 2, max. 63 Zeichen lang

Die Materialtabelle kann maximal 20 Materialien enthalten.

#### A 3.3.9.5 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. 31 Zeichen lang sein. Zeichenumfang a-zA-Z0-9 ()-.\_.

#### A 3.3.9.6 Materialzusammensetzung Messobjekt bestimmen

```
MATERIALMP [<mat1> [<mat2> [<mat3> [<mat4> [<mat5>]]]]]
```

Bestimmt die Schichtzusammensetzung eines Messobjektes.

- mat11: nah zu Sensor
- mat15: fern zu Sensor

### A 3.3.9.7 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. A 3.3.9.1](#).

### A 3.3.9.8 Material löschen

```
MATERIALDELETE <Name>
```

Material löschen.

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

### A 3.3.9.9 Anzahl Peaks

```
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

### A 3.3.10 Messwertbearbeitung

#### A 3.3.10.1 Liste möglicher Dickensignale für Statistikberechnung

```
META_STATISTICSIGNAL
```

Listet alle möglichen Weg-/Dickensignale auf, aus denen Statistiksignale berechnet werden können.

#### A 3.3.10.2 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
```

#### A 3.3.10.3 Liste Statistiksignale

```
META_STATISTIC
```

Gibt eine Liste mit den aktiven Statistiksignalen wieder.

Diese Signale wurden unter STATISTICSIGNAL definiert.

#### A 3.3.10.4 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

**A 3.3.10.5 Statistikbeispiel**

Ausführung der Kommandos mit dem Programm Telnnet, es sind keine Statistikwerte definiert.

->o 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.

->META_STATISTICSIGNAL META_STATISTICSIGNAL 01PEAK01	// Liste alle Signale des Controllers, aus denen Statistiksignale berechnet werden können.
->STATISTICSIGNAL 01PEAK01 256	// Berechne aus den letzten 256 Werten für das Signal 01PEAK01 die Statistikwerte 01PEAK01_MIN, 01PEAK01_MAX und 01PEAK01_PEAK
->STATISTICSIGNAL STATISTICSIGNAL 01PEAK01 256 STATISTICSIGNAL NONE STATISTICSIGNAL NONE ... STATISTICSIGNAL NONE	// Liste alle 10 möglichen Variablen auf und zeige deren Status.  // Im Webinterface können Sie im Reiter <i>Messwertanzeige</i> die Statistiksignale einblenden.
->OUT_ETH 01PEAK01_MIN	// Wählt den Minimumwert zur Ausgabe über die Ethernet-Schnittstelle aus.
->OUTPUT ETHERNET	// Aktiviert die Ethernetausgabe.
->STATISTICSIGNAL 01PEAK01 NONE W526 Output signal selection modified by the system	// Beendet für das Signal 01PEAK01 die Statistikberechnung

### A 3.3.10.6 Liste der möglich zu parametrisierenden Signale

```
META_MASTERSIGNAL
```

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

### A 3.3.10.7 Parametrisieren der Mastersignale

```
MASTERSIGNAL [<signal>]
```

```
MASTERSIGNAL [<signal> <master_value>]
```

```
MASTERSIGNAL [<signal> NONE]
```

Definiert und konfiguriert das zu masternde Signal.

Mit dem Parameter `NONE` wird das Signal wieder zurückgesetzt.

- `<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

### A 3.3.10.8 Liste möglicher Signale für das Mastern

```
META_MASTER
```

Listet alle definierten `MASTERSIGNAL` vom Befehl `MASTERSIGNAL` auf.

### A 3.3.10.9 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 das Mastern verwenden
- `<signal>`: ein bestimmtes Mess- oder berechnetes Signal für die Masterung verwenden
- `SET|RESET`: Funktion starten bzw. beenden

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

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

Der Masterwert wird mit sechs Nachkommastellen verarbeitet.

### A 3.3.10.10 Beispiel Mastern

Ausführung der Kommandos mit dem Programm Telnet, es sind keine Variablen definiert.

```
->o 169.254.168.150
```

```

.-----
/           \
/ |   | /     )\
| |   | \___  |
| |   | /     |
\ | \_ / | \___ )/
    , |

```

Connected with the MICRO-OPTRONIC terminal server.

Ihre IP 169.254.168.1, Ihre lokale Portnummer 51719 und Sie sind mit Portnummer 23 verbunden

```
->META_MASTERSIGNAL
```

```
META_MASTERSIGNAL 01PEAK01
```

```
// Liste alle Variablen, auf die gemastert werden können
```

->META_MASTER META_MASTER NONE	// Liste alle Variablen, die mit einem Masterwert belegt sind
->MASTERSIGNAL 01PEAK01 0.422	// Setting Variable 01PEAK01 to 422 $\mu\text{m}$
->META_MASTER META_MASTER 01PEAK01	// Liste alle Variablen, die mit einem Masterwert belegt sind; die Variable 01PEAK01 ist nun belegt
->MASTER ALL MASTER 01PEAK01 INACTIVE MASTER NONE MASTER NONE MASTER NONE ... MASTER NONE MASTER NONE MASTER NONE MASTER NONE	// Liste alle 10 möglichen Variablen auf und zeige deren Status          <b>01PEAK01</b> <b>401.91556 <math>\mu\text{m}</math></b>
->MASTER ALL SET	// Löst eine Mastermessung für alle belegten Variablen aus   <b>01PEAK01</b> <b>422.00094 <math>\mu\text{m}</math></b>
->MASTER 01PEAK01 RESET	// für die Variable 01PEAK01 wird der Offset (Masterwert) zurückgenommen   <b>01PEAK01</b> <b>401.91556 <math>\mu\text{m}</math></b>
->MASTER ALL MASTER 01PEAK01 INACTIVE MASTER NONE MASTER NONE MASTER NONE ... MASTER NONE MASTER NONE MASTER NONE MASTER NONE	
->MASTERSIGNAL 01DIST01 NONE	// Die Variable 01PEAK01 wird gelöscht
->MASTER ALL MASTER NONE ... MASTER NONE	// keine Variable vorhanden, auf die eine Mastermessung angewandt werden könnte

**A 3.3.10.11 Kanalberechnung**

```

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

```

Mit diesem Befehl werden alle 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|64|128|256|512|1024|2048|4096 *Mittelungstiefe gleitender Mittelwert*
- <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. Länge 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.*

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

**A 3.3.10.12 Liste möglicher Berechnungssignale**

```
META_COMP [CH01 <id>]
```

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

```
<id> 1 ... 10
```

### A 3.3.11 Datenausgabe

#### A 3.3.11.1 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 Analogausgang
- ERROROUT: Fehler- oder Zustandsinformationen über die Schaltausgänge.

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

#### A 3.3.11.2 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

#### A 3.3.11.3 Reduzierungszähler Messwertausgabe

```
OUTREDUCECOUNT [<Number>]
```

Reduzierungszähler der Messwertausgabe.

Nur jeder n-te Messwert wird ausgegeben. n-1 Messwerte werden gestrichen.

- Anzahl: 1 ... 3000000 (1 bedeutet alle Frames)

#### A 3.3.11.4 Fehlerbehandlung

```
OUTHOLD [NONE | INFINITE | <Number>]
```

Kann kein gültiger Messwert ermittelt werden, wird ein Fehler ausgegeben.

- 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).

### A 3.3.12 Auswahl der auszugebenden Messwerte

#### A 3.3.12.1 Allgemein

Einstellung der auszugebenden Werte über die Ethernet-Schnittstelle.

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

#### A 3.3.12.2 Datenauswahl für Ethernet

```
OUT_ETH [<signal1>] [<signal2>] ... [<signalN>]
```

Beschreibt, welche Daten über diese Schnittstelle ausgegeben werden.

#### A 3.3.12.3 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` (see Chap. A 3.3.11.1) ist notwendig.

#### A 3.3.12.4 Liste ausgewählter Signale, Reihenfolge über Ethernet

```
GETOUTINFO_ETH
```

Gibt die Reihenfolge der Signale über diese Schnittstelle wieder.

### A 3.3.13 Schaltausgänge

#### A 3.3.13.1 Error-Schaltausgänge

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

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

Einstellen der Fehler-Schaltausgänge.

Eine zusätzliche Aktivierung über den Befehl `OUTPUT` ist notwendig, siehe [Kap. A 3.3.11.1](#).

- `01ER1`: Schaltausgang wird bei einem Fehler der Signalqualität geschaltet
- `01ER2`: Schaltausgang wird bei einem Messwert außerhalb des Messbereiches geschaltet
- `01ER12`: Schaltausgang wird bei einem Fehler der Signalqualität oder Messwert außerhalb des Messbereichs geschaltet
- `ERRORLIMIT`: Funktion als Grenzwertschalter mit den Einstellungen `ERRORLIMIT-SIGNAL1`, `ERRORLIMITCOMPARE01`, `ERRORLIMITVALUES1`

#### A 3.3.13.2 Setzen des auszuwertenden Signales

```
ERRORLIMITSIGNAL1 [<signal>]
```

Auswahl des Signals, das für die Grenzwertbetrachtung Nummer 1 verwendet werden soll.

```
ERRORLIMITSIGNAL2 [<signal>]
```

Auswahl des Signals, das für die Grenzwertbetrachtung Nummer 2 verwendet werden soll.

#### A 3.3.13.3 Liste der möglichen Signale für den Errorausgang

```
META_ERRORLIMITSIGNAL
```

Liste mit allen möglichen Signalen, die auf die Errorausgänge wirken können.

#### A 3.3.13.4 Setzen der Grenzwerte

```
ERRORLIMITCOMPARETO1 [LOWER | UPPER | BOTH]
```

Ausgeben oder festlegen des Grenzwertes Nummer 1.

```
ERRORLIMITCOMPARETO2 [LOWER | UPPER | BOTH]
```

Ausgeben oder festlegen des Grenzwertes Nummer 2.

- `LOWER`: Unterschreitung
- `UPPER`: Überschreitung
- `BOTH`: Unter- oder Überschreitung

#### A 3.3.13.5 Setzen des Wertes

```
ERRORLIMITVALUES1 [<lower_limit> [<upper_limit>]]
```

Setzt die Werte für den Grenzwert 1.

```
ERRORLIMITVALUES2 [<lower_limit> [<upper_limit>]]
```

Setzt die Werte für den Grenzwert 2.

- `<lower_limit>`: -21,47 ... 21,47
- `<upper_limit>`: -21,47 ... 21,47

Einheit in mm

#### A 3.3.13.6 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

### A 3.3.14 Analogausgang

#### A 3.3.14.1 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. A 3.3.11.1](#).

#### A 3.3.14.2 Liste der möglichen Signale für den Analogausgang

```
META_ANALOGOUT
```

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

#### A 3.3.14.3 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 einen Strom von 4 bis 20 mA aus.

#### A 3.3.14.4 Einstellung der Skalierung des DAC

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

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

- STANDARD: Einpunkt-Skalierung
- TWOPOINT: Zweipunkt-Skalierung

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 zwei Nachkommastellen verarbeitet.

Einheit in mm

#### A 3.3.14.5 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

### A 3.3.15 Tastenfunktionen

#### A 3.3.15.1 Taste Multifunction

```
KEYFUNC1 [NONE|MASTERSET|MASTERRESET|PILOTLASER|SLED]
```

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.
- PILOTLASER: Der Knopf dient zum Umschalten des Pilotlasers.
- SLED: Der Knopf dient zum Umschalten der SLED.

```
KEYFUNC2 [NONE|MASTERSET|MASTERRESET|PILOTLASER|SLED]
```

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.
- PILOTLASER: Der Knopf dient zum Umschalten des Pilotlasers.
- SLED: Der Knopf dient zum Umschalten der SLED.

#### A 3.3.15.2 Signalauswahl für Mastern mit Multifunktionsstaste

```
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`.

#### A 3.3.15.3 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 `<time>` Sekunden nach Neustart aktiviert  
`<time period>` Minuten (1 ... 60)

## A 3.4 Messwert-Format

### A 3.4.1 Aufbau

Der Aufbau von Messwert-Frames, siehe [Kap. A 3.5.1.2](#), hängt von der Auswahl der Messwerte ab. In der nachfolgenden Übersicht finden Sie eine Zusammenfassung an Kommandos, mit denen Sie die verfügbaren Messwerte über Ethernet abfragen können.

Kap. A 3.3.12.2	OUT_ETH	Datenauswahl für Ethernet
Kap. A 3.3.12.3	META_OUT_ETH	Liste der mögliche Signale für Ethernet
Kap. A 3.3.12.4	GETOUTINFO_ETH	Liste ausgewählter Signale, Reihenfolge über Ethernet

Beispiele für die Struktur eines Datenblocks, Abfrage mit Telnet:

<pre>Preset Standard glänzend -&gt;META_OUT_ETH META_OUT_ETH 01ABS 01SHUTTER 01ENCODER1 01ENCODER2 01PEAK01 MEASRATE TIMESTAMP COUNTER STATE -&gt;</pre>
<pre>-&gt;GETOUTINFO_ETH GETOUTINFO_ETH 01PEAK01 -&gt;</pre>

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

### A 3.4.2 Belichtungszeit

Das Datenwort zur Belichtungszeit ist bei Übertragung über Ethernet 32 Bit breit.  
Die Auflösung beträgt 100 ns.

### A 3.4.3 Encoder

Die Encoderwerte zur Übertragung können einzeln ausgewählt werden. Über Ethernet wird ein 32 Bit-Datenwort (unsigned integer) mit der Encoderposition ausgegeben.

### A 3.4.4 Messwertzähler

Die Übertragung des Messwertzählers über Ethernet erfolgt als 32 Bit-Wert (unsigned integer).

### A 3.4.5 Zeitstempel

Systemintern beträgt die Auflösung des Zeitstempels 1  $\mu$ s. Für den Ethernet-Transfer wird ein 32 Bit-Datenwort (unsigned integer) mit der systeminternen Auflösung ausgegeben.

#### A 3.4.6 Messdaten (Dicke und Signalintensität)

Es werden für jede ausgewählte Dicke eine Signalqualität (sofern ausgewählt) und ein Messwert übertragen. Für die Ethernet-Übertragung werden dafür jeweils 32 Bit genutzt. Der Aufbau des Datenwort für die Intensität wird in der folgenden Tabelle gezeigt. Die Auflösung der Dickenwerte beträgt 10 pm auf dem Ethernetkanal, die Ausgabe ist vorzeichenbehaftet.

Bit-Position	Beschreibung
0 - 10	Signalqualität des Peaks (100 % entsprechen 2048)
11 - 15	Reserviert
16 - 29	Maximaler Peak
30 - 31	Reserviert

Abb. 76 Bitstruktur Signalqualität

#### A 3.4.7 Triggerzeitdifferenz

Die Triggerzeitdifferenz wird über Ethernet als 32 Bit unsigned Integer mit einer Auflösung von 100 ns ausgegeben.

Bereich: 0 ... 100000

#### A 3.4.8 Statistikwerte

Die Statistikwerte haben das gleiche Format wie Dicken.

Es wird (sofern ausgewählt) zuerst Minimum, dann Maximum und am Ende Peak-zu-Peak übertragen.

Die Statistikwerte werden als 32 Bit signed Integer-Wert mit einer Auflösung von 1 nm dargestellt.

## A 3.5 Messdatenformat

### A 3.5.1 Messdatenübertragung an einen Messwertserver über Ethernet

#### A 3.5.1.1 Allgemein

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

Alle Dickenwerte 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.

Präambel (32 Bit)
Artikel-Nummer (32 Bit)
Serien-Nummer (32 Bit)
Länge FFT-Daten (32 Bit)
Länge Messdaten (32 Bit)
Frame Anzahl (32 Bit)
Counter (32 Bit)

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

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

Beispiel: Die Daten Encoder 1 und Dicke werden übertragen.

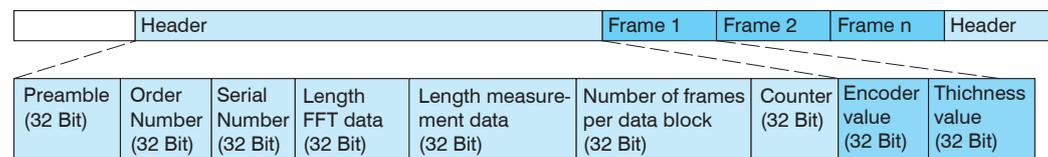


Abb. 77 Beispiel für eine Datenübertragung mit Ethernet

### A 3.5.1.2 Messwertframe

Ein Datenpaket enthält mindestens ein Messdatenframe, üblicherweise mehrere.

Ein Messdatenframe umfasst eines oder mehrere Signale. Der Inhalt eines Messdatenframes kann über das Kommando `out_eth` gesetzt werden. Die Struktur eines Messwertframes kann via `getoutinfo_eth` abgefragt werden.

out_eth Parameter	Signalbezeichnung	Datentyp/ Wertebereich	Skalierung	Unit
01ABS	Magnituden-Signal	512 x uint16_t 0 ... 4095	-	ADC Digits
01SHUTTER	Belichtungszeit Kanal 1	uint32_t 10 ... 100000	value / 10	$\mu$ s
01ENCODER1	Encoder 1 Kanal 1	uint32_t 0 ... $2^{32-1}$	-	Ticks
01ENCODER2	Encoder 2 Kanal 1	uint32_t 0 ... $2^{32-1}$	-	Ticks
01PEAK01	Dickenwert	int32_t $-2^{32-1} \dots +2^{32-1}$	10	pm
MEASRATE	Samplerate	uint32_t 1538 ... 100000	$10 \cdot 1000 / \text{value}$	kHz
TIMESTAMP	Zeitstempel	uint32_t 0 ... $2^{32-1}$	value / 1000000	s
COUNTER	Zähler Messwertframes	uint32_t 0 ... $2^{32-1}$		
STATE	State word	uint32_t 0 ... $2^{32-1}$	-	-

### A 3.5.1.3 State Word

STATE stellt die Eingänge, die Ausgänge, die LEDs und die Triggerinformationen dar.

Bit	LED																			
	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16				
			Phy2		Phy1		Zustand		Pilot		SLED		Range		Intensität					
			Verbindungserkennung und Geschwindigkeit								00 <sub>b</sub>	(0)	aus							
														01 <sub>b</sub>	(1)	Grün				
														10 <sub>b</sub>	(2)	Rot				
														11 <sub>b</sub>	(3)	Gelb				

Bit	Triggersignal		I/O						Trigger In		Encoder					
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Ts		Sync / Trigger	Sync / Trigger Enable	Out2	Out2 enable	Out1	Out1 enable	Tr		A1	B1	N1	A2	B2	N2
0 <sub>b</sub> (0)	Keine Triggerung								0 <sub>b</sub>	(0)	Eingang oder Ausgang nicht aktiv					
1 <sub>b</sub> (1)	Auslösung erfolgt								1 <sub>b</sub>	(1)	Eingang oder Ausgang aktiv					

### A 3.5.1.4 Beispiel

Im nachfolgenden Beispiel sollen die Belichtungszeit, der Messwert sowie der dazugehörige Zeitstempel ausgegeben werden.

- Setzen der Signale mit `OUT_ETH`:

```
OUT_ETH 01SHUTTER 01PEAK01 TIMESTAMP
```

- Abfrage der Signalreihenfolge im Messwertframe:

```
GETOUTINFO_ETH 01PEAK01 01SHUTTER TIMESTAMP
```

- Start der Ausgabe:

```
OUTPUT Ethernet
```

```
IMS 5420
```

### A 3.5.1.5 Fehlercodes Ethernet-Schnittstelle

Innerhalb der Dickenwerte, siehe [Kap. A 3.5.1.2](#), ist ein Bereich von 0x7FFFFFF00 bis 0x7FFFFFFF für Fehlerwerte/Codes reserviert. Die Fehlercodes sind wie folgt definiert:

Fehler-Code	Beschreibung
0x7FFFFFF04	Es ist kein Peak vorhanden
0x7FFFFFF05	Peak liegt vor dem Messbereich (MB)
0x7FFFFFF06	Peak liegt hinter dem Messbereich (MB)
0x7FFFFFF07	Messwert kann nicht berechnet werden
0x7FFFFFF08	Messwert außerhalb des darstellbaren Bereichs
0x7FFFFFF0E	Fehler Hardware

### A 3.5.2 Ethernet FFT-Signalübertragung

Die FFT-Signalübertragung erfolgt analog zur Messdatenübertragung an einen Messwertserver über Ethernet, außer dass immer nur ein FFT-Signal in einem Messwert-Block übertragen wird.

Dieser Messwert-Block kann je nach Größe des FFT-Signals auch über mehrere TCP/IP oder UDP/IP Pakete gehen. Die Präambel für die FFT-Signale lautet 0x41544144 "DATA".

#### Anforderung eines FFT-Signals:

Verwenden Sie den Befehl `OUT_ETH`.

- `OUTPUT ETHERNET`: Output über Ethernet

### A 3.6 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.

## A 4 EtherCAT Dokumentation

### A 4.1 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 65.535 EtherCAT-Slaves.

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

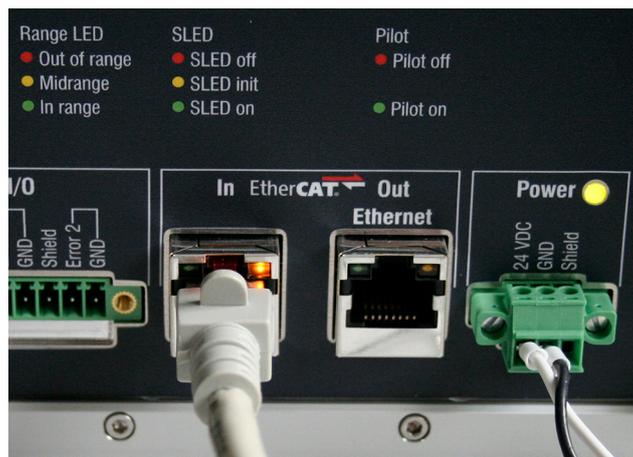
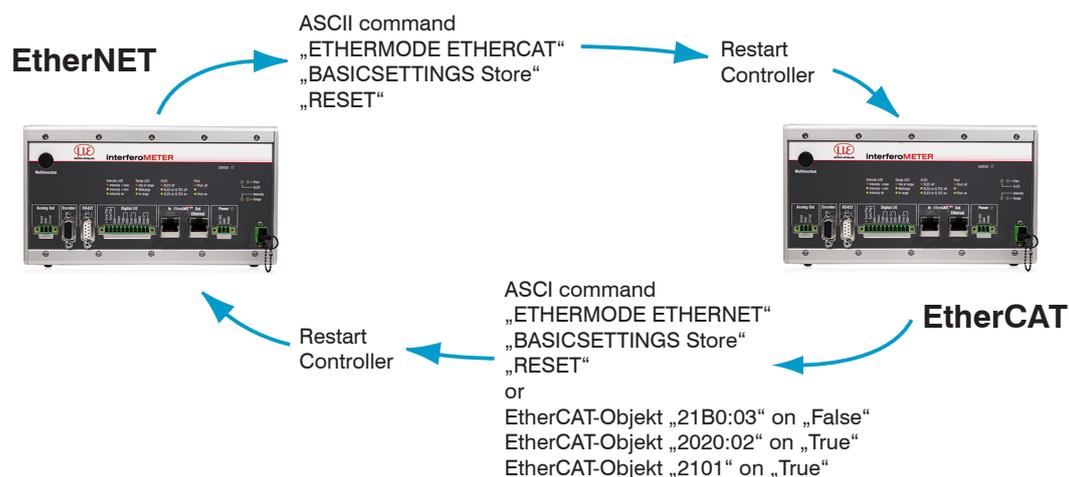


Abb. 78 Anschluss des Controllers an den EtherCAT-Master

### A 4.2 Wechsel Ethernet EtherCAT

Die Umschaltung zwischen Ethernet und EtherCAT ist möglich über einen ASCII-Befehl, siehe [Kap. A 3.3.6.4](#), das Webinterface, siehe [Kap. 7.6.10](#) oder ein EtherCAT-Objekt, siehe [Kap. A 4.4.2.20](#). 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.

## A 4.3 Einleitung

### A 4.3.1 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.

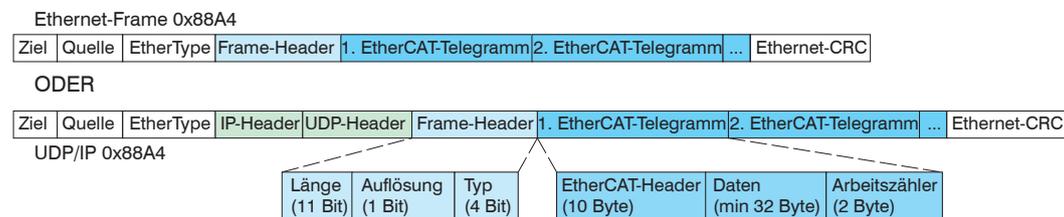


Abb. 79 Aufbau von EtherCAT-Frames

### A 4.3.2 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)

### A 4.3.3 Adressierverfahren und FMMUs

Um einen Slave im EtherCAT®-System zu adressieren können vom Master verschiedene Verfahren angewendet werden. Das IMS5x00 unterstützt als Full-Slave:

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

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

### A 4.3.4 Sync Manager

Sync-Manager dienen der Datenkonsistenz beim Datenaustausch zwischen EtherCAT®-Master und Slave. Jeder Sync-Manager-Kanal definiert einen Bereich des Anwendungsspeichers. Die interfeROMETER haben vier Kanäle:

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

### A 4.3.5 EtherCAT State Machine

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

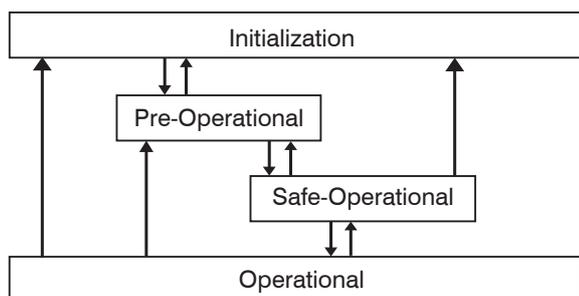


Abb. 80 EtherCAT State Machine

### A 4.3.6 CANopen über EtherCAT

Das Anwendungsschicht-Kommunikationsprotokoll in EtherCAT basiert auf dem Kommunikationsprofil CANopen DS 301. Dies heißt "CANopen over EtherCAT" or 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", siehe [Kap. A 4.4](#) beschrieben.

### A 4.3.7 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. A 4.4.1.7](#).

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			

Abb. 81 Eintragsstruktur der PDO-Abbildung, Beispiel

### A 4.3.8 Servicedaten SDO-Service

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

EtherCAT-Spezifikationen

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

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

## A 4.4 CoE – Objektverzeichnis

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.

### A 4.4.1 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte

#### A 4.4.1.1 Overview

Index (h)	Name	Beschreibung
1000	Gerätetyp	Gerätetyp
1008	Device name	Hersteller-Gerätename
1009	Hardware-Version	Hardware-Version
100A	Software-Version	Software-Version
1018	Identity	Geräte-Identifikation
1A00 ... 1BAB		TxPDO Mapping, siehe <a href="#">Kap. A 4.4.1.7</a>  In den PDO-Map-Objekten sind zum Teil mehrere Prozessdaten (Mapable Objects - Prozessdaten) zusammengefasst.
1C00	Sync. manager type	Synchronmanagertyp
1C12	RxPDO assign	
1C13	TxPDO assign	TxPDO assign
1C33	Sync manager input parameter	Synchronmode Parameter (DC)

Abb. 82 Übersicht Standard-Objekte

#### A 4.4.1.2 Objekt 1000h: Gerätetyp

1000	VAR	Gerätetyp	0x00000000	Unsigned32	ro
------	-----	-----------	------------	------------	----

Liefert Informationen über das verwendete Geräteprofil und den Gerätetyp.

#### A 4.4.1.3 Objekt 1008h: Hersteller-Gerätename

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

#### A 4.4.1.4 Objekt 1009h: Hardware-Version

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

#### A 4.4.1.5 Objekt 100Ah: Software-Version

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

#### A 4.4.1.6 Objekt 1018h: Geräte-Identifikation

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

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	4	Unsigned8	ro
1	VAR	Vendor ID	0x00000607	Unsigned32	ro
2	VAR	Product-Code	0x0024E555	Unsigned32	ro
3	VAR	Revision	0x00010000	Unsigned32	ro
4	VAR	Seriennummer	0x009A4435	Unsigned32	ro

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

## A 4.4.1.7 TxPDO Mapping

1A00	01Peak1 TxPDOMap			
	01Peak1 0x6000			
1AB0	Shutter TxPDOMap			
	CH01SHUTTER 0x6030			
1AC0	Encoder1 und Encoder2 TxPDOMap			
	ENCODER1 0x6050	ENCODER2 0x6051		
1AD0	Encoder3 TxPDOMap			
	Encoder3 0x6052			
1AE0	Counter TxPDOMap			
	COUNTER 0x7000			
1AE8	States TxPDOMap			
	TIMESTAMP 0x7001			
1AF0	Measrate TxPDOMap			
	MEASRATE 0x7002			
1AF8	State TxPDOMap			
	State 0x7003			
1B00	UserCalc01 TxPDOMap			
	UserCalcOutput01 0x7C00			
1B08	UserCalc02 TxPDOMap			
	UserCalcOutput02 0x7C01			
1B10	UserCalc03 TxPDOMap			
	UserCalcOutput03 0x7C02			
1B18	UserCalc04 TxPDOMap			
	UserCalcOutput04 0x7C03			
1B20	UserCalc05 and 06 TxPDOMap			
	UserCalcOutput05 0x7C04	UserCalcOutput06 0x7C05		
...	...			
	...	...		
1B58	UserCalc19 and 20 TxPDOMap			
	UserCalcOutput 19 0x7C12	UserCalcOutput20 0x7C13		
1B60	UserCalc21 to 24 TxPDOMap			
	UserCalcOutput21 0x7C14	UserCalcOutput22 0x7C15	UserCalcOutput23 0x7C16	UserCalcOutput24 0x7C17
...	...			
	...	...	...	...
1BA8	UserCalc57 to 60 TxPDOMap			
	UserCalcOutput57 0x7C38	UserCalcOutput58 0x7C39	UserCalcOutput59 0x7C3A	UserCalcOutput60 0x7C3B

Abb. 83 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

#### A 4.4.1.8 Objekt 1C00h: Synchronmanagertyp

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

Sub-indices

0	VAR	Number of entries	4	Unsigned8	ro
1	VAR	Sync manager 1	0x01	Unsigned8	ro
2	VAR	Sync manager 2	0x02	Unsigned8	ro
3	VAR	Sync manager 3	0x03	Unsigned8	ro
4	VAR	Sync manager 4	0x04	Unsigned8	ro

#### A 4.4.1.9 Objekt 1C12h: RxPDO Assign

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

Sub-indices

0	VAR	Number of entries	0	Unsigned8	ro
---	-----	-------------------	---	-----------	----

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

#### A 4.4.1.10 Objekt 1C13h: TxPDO-Assign

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

Sub-indices

0	VAR	Number of entries	n	Unsigned8	rw
1	VAR	Sub-index 001	0x1A00	Unsigned16	rw
2	VAR	Sub-index 002		Unsigned16	rw
..					
n	VAR	Sub-index n	-	Unsigned16	rw

Objekt zur Auswahl der PDOs (TxPDO maps), siehe [Kap. A 4.3.7](#).

#### A 4.4.1.11 Objekt 1C33h: Synchronmanager Eingangsparameter

1C33	RECORD	SM input parameter			ro
Sub-indices					
0	VAR	Number of entries	9	Unsigned8	ro
1	VAR	Synchronization type	x	Unsigned16	ro
2	VAR	Cycle time	x	Unsigned32	ro
4	VAR	Supported synchronization types	0x4005	Unsigned16	ro
5	VAR	Minimum cycle time	1000000	Unsigned32	ro
6	VAR	Calc and copy time	x	Unsigned32	ro
8	VAR	Get cycle time	x	Unsigned16	rw
9	VAR	Delay time		Unsigned32	ro
12	VAR	Cycle Time Too Small		Unsigned16	ro

- Synchronization Type: aktuell eingestellte Synchronisierung
  - 0: Freerun,
  - 2: Distributed Clock Sync0 Synchronisation, siehe [Kap. A 4.9.2](#)
- Cycle Time: aktuell eingestellte Zykluszeit in ns
  - 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 153,846  $\mu$ 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.

## A 4.4.2 Herstellerspezifische Objekte

### A 4.4.2.1 Overview

Index (h)	Name	Beschreibung
2001	Benutzerebene	Login, Logout, Änderung Passwort
2005	Controller-Informationen	Controller-Informationen (weitere)
2020	Basicsettings	Laden, Speichern, Werkseinstellung
2021	Preset	Signalqualität.
2022	Meassettings	Messeinstellungen
203F	Sensor error	Sensor error
2101	Zurücksetzen	Controller neu starten
2105	Factory reset	Zurücksetzen auf Werkseinstellung
2107	Counter reset	Zähler zurücksetzen
2133	SLED an/aus	Lichtquelle an-/ausschalten
2134	Pilotlaser an/aus	Pilotlaser an-/ausschalten
2141	Videosignal	FFT-Signal anfordern
2142	Video signal enable	FFT-Signal teilen
2150	Sensor	Sensorinformationen
2152	Sensor auswählen	Sensor auswählen
2156	Multilayer options	Anzahl Peaks Mehrschichtmaterialien
2161	Peakposition	Peakauswahl
21B0	Digitale Schnittstellen	Digitale Schnittstellen
21B1	Enable output	Auswahl Schnittstelle
21C0	Ethernet	Ethernet, IP-Konfiguration
21D0	Analogausgang	Analogausgang, Skalierung
21F3	Schaltausgang 1	Schaltausgang 1/2
21F4	Schaltausgang 2	
2250	Shutter mode	Belichtungsmodus
2251	Messrate	Messrate
24A0	Keylock	Multifunktionstaste am Controller sperren
24A2	Keyfunc	Funktion Multifunktionstaste
25A0	Encoder	
2711	Range of interest	Maskierung des Auswertebereiches
2800	Material info and edit	Materialinformation
2802	Materialtabelle editieren	Materialtabelle editieren
2803	Materialtabelle	Vorhandene Materialien in der Materialtabelle
2804	Materialauswahl	Material auswählen
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

- 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. A 4.6](#). Tritt beim Schreiben eines Wertes ein Fehler auf, kann teilweise in Objekt 203F eine detaillierte Fehlerinformation abgerufen werden.

**A 4.4.2.2 Objekt 2001h: Benutzerebene**

2001	RECORD	User level			
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	7	Unsigned8	ro
1	VAR	Actual user	x	Unsigned8	ro
2	VAR	Login		Visible string	wo
3	VAR	Logout	FALSE	BOOL	rw
4	VAR	Default user	x	Unsigned8	rw
5	VAR	Altes Passwort		Visible string	wo
6	VAR	Neues Passwort		Visible string	wo
7	VAR	Password wiederholen		Visible string	wo

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Login, siehe [Kap. 7.6.5](#), und Benutzerebene, siehe [Kap. A 3.3.2](#).

Actual user, Default user:

0 - Bediener

1 - Expert

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 Passwörter-Felder Old, New und Repeat in der angegebenen Reihenfolge beschrieben werden. Die maximale Länge eines Passwortes beträgt 31 Zeichen.

**A 4.4.2.3 Objekt 2005h: Controller-Informationen (weitere)**

2005	RECORD	Controller Info			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	8	Unsigned8	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 im unter Controllerinformation, siehe [Kap. A 3.3.1.2](#).

**A 4.4.2.4 Objekt 2020h: Laden, Speichern, Werkseinstellung**

2020	RECORD	Basicsettings			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	3	Unsigned8	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

**A 4.4.2.5 Objekt 2021h: Preset**

2021	RECORD	Preset			ro
Subindices					
0	VAR	Anzahl Einträge	3	Unsigned8	ro
1	VAR	Modus	x	Unsigned8	rw
2	VAR	List		Visual string	ro
3	VAR	Named read		Visual string	wo

Mode:

0 – STATIC

1 – BALANCED

2 – DYNAMIC

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Messeinstellungen, siehe [Kap. A 4.4.2.6](#).**A 4.4.2.6 Objekt 2022h: Messeinstellungen**

2022	RECORD	Meassettings			ro
Subindices					
0	VAR	Anzahl Einträge	7	Unsigned8	
1	VAR	Strom		Visual string	ro
2	VAR	Named read		Visual string	wo
3	VAR	Named store		Visual string	wo
4	VAR	Named delete		Visual string	wo
5	VAR	Initial meassettings		Visual string	rw
6	VAR	List		Visual 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. A 3.3.7.6](#).**A 4.4.2.7 Objekt 203Fh: Sensorfehler**

203F	RECORD	Sensor error			ro
Subindices					
0	VAR	Anzahl Einträge	2	Unsigned8	ro
1	VAR	Sensor error number	x	Unsigned16	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

**A 4.4.2.8 Objekt 2101h: Reset**

2101	VAR	Zurücksetzen	FALSE	BOOL	rw
------	-----	--------------	-------	------	----

Der Controller wird neu gestartet.

**A 4.4.2.9 Objekt 2105h: Werkseinstellungen**

2105	VAR	Factory reset		BOOL	wo
------	-----	---------------	--	------	----

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

**A 4.4.2.10 Objekt 2107h: Zähler Reset**

2107	RECORD	Counter reset			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	2	Unsigned8	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.

**A 4.4.2.11 Objekt 2133h: SLED-Lichtquelle**

2133	VAR	SLED an/aus		BOOL	rw
------	-----	-------------	--	------	----

Ermöglicht das Ein- bzw. Ausschalten der SLED-Lichtquelle und entspricht dem Kommando `SLED`.

**A 4.4.2.12 Objekt 2134h: Pilotlaser**

2134	VAR	Pilotlaser an/aus		BOOL	rw
------	-----	-------------------	--	------	----

Ermöglicht das Ein- bzw. Ausschalten des Pilotlasers und entspricht dem Kommando `PILOTLASER`.

**A 4.4.2.13 Objekt 2141h: FFT-Signal anfordern**

2141	RECORD	Video-Signal			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	1	Unsigned8	ro
2	VAR	New frame request		BOOL	wo

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

**A 4.4.2.14 Objekt 2142h: FFT-Signal freigeben**

2142	RECORD	Video signal enable			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	1	Unsigned8	ro
1	VAR	Enable signal		BOOL	rw

Ermöglicht die Ausgabe des FFT-Signals.

**A 4.4.2.15 Objekt 2150h: Sensor**

2150	RECORD	Sensor			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	3	Unsigned8	ro
1	VAR	Sensor info	IMS5x00	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. A 3.3.3](#).

**A 4.4.2.16 Objekt 2152h: Sensorauswahl**

2152	RECORD	Sensor auswählen			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	1	Unsigned8	ro
1	VAR	Number of sensor	x	Unsigned8	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Sensor auswählen, siehe [Kap. A 3.3.3](#), und Sensornummer, siehe [Kap. A 3.3.3.2](#).

**A 4.4.2.17 Objekt 2156h: Anzahl Peaks Mehrschichtmaterialien**

2156	RECORD	Multilayer options			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	2	Unsigned8	ro
1	VAR	Peak count	x	FLOAT32	rw

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

**A 4.4.2.18 Objekt 2162h: Peakoptionen**

2162	RECORD	Peak options			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	2	Unsigned8	ro
1	VAR	Min threshold		FLOAT32	rw

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

**A 4.4.2.19 Objekt 2163h: Peakauswahl**

2163	RECORD	Peak options			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	2	Unsigned8	ro
1	VAR	Measpeak sort		Unsigned8	rw

- MEASPEAK\_SORT [HEIGHT=0|DISTANCE=1]  
Bestimmt die Auswahl der Peaks: `HEIGHT` (verwende die höchsten Peaks), `DISTANCE` (verwende die ersten Peaks).

**A 4.4.2.20 Objekt 21B0h: Digitale Schnittstellen**

21B0	RECORD	Digitale Schnittstellen			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	2	Unsigned8	ro
2	VAR	RS422 Baud-Rate	x	Unsigned32	rw
3	VAR	Ethermode		Unsigned8	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

**A 4.4.2.21 Objekt 21B1h: Auswahl Schnittstelle**

21B1	RECORD	Enable output			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	3	Unsigned8	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.

**A 4.4.2.22 Objekt 21C0h: Ethernet****Objekt 21C0h: Ethernet**

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

## Subindices

0	VAR	Anzahl Einträge	4	Unsigned8	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. A 3.3.6.1](#).

## DHCP:

- 0 - Statische IP-Adresse
- 1 - DHCP

**A 4.4.2.23 Objekt 21D0h: Analogausgang**

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

## Subindices

0	VAR	Anzahl Einträge	6	Unsigned8	ro
1	VAR	Analogausgang	x	Unsigned8	rw
2	VAR	Signal	x	Visible String	rw
3	VAR	Available signals		Visible String	ro
4	VAR	Type of scaling	x	Unsigned8	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. A 3.3.14](#).

## 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

**A 4.4.2.24 Objekt 21F3h: Schaltausgang 1**

21F3	RECORD	Analogausgang			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	7	Unsigned8	ro
1	VAR	Ausgabepegel		Unsigned8	rw
2	VAR	Error out		Unsigned8	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		Unsigned8	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Schaltausgang, siehe [Kap. A 3.3.13](#).

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

Das Objekt 21F4h enthält die Einstellungen für den Schaltausgang 2.

**A 4.4.2.25 Objekt 2251h: Messrate**

2251	RECORD	Messrate		FLOAT32	rw
------	--------	----------	--	---------	----

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Messrate, siehe [Kap. A 3.3.8.1](#).

**A 4.4.2.26 Objekt 24A0h: Keylock**

24A0	RECORD	Keylock			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	2	Unsigned8	ro
1	VAR	Modus	0	Unsigned8	rw
2	VAR	Verzögerung	0	Unsigned16	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Keylock, siehe [Kap. A 3.3.15.3](#).

Mode:

- 0 - Inaktiv
- 1 - Aktiv
- 2 - Automatikmodus / Aktiv nach Verzögerung

**A 4.4.2.27 Objekt 24A2h: Multifunktionstaste**

24A2	RECORD	Keyfunc			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	4	Unsigned8	ro
1	VAR	Funktion 1	0	Unsigned8	rw
2	VAR	Funktion 2	0	Unsigned8	rw

Funktion 1 und 2:

- 0 - Taste ohne Funktion
- 2 - Mastern
- 3 - Ein- und Ausschalten der Lichtquelle

Der Subindex 2 im KEYFUNC-Befehl entspricht dem "Signal".

Beim Mastern über die (Function == 2) Taste gibt dieser Eintrag an, welches Signal für das Mastern verwendet werden soll.

**A 4.4.2.28 Objekt 25A0h: Encoder**

25A0	RECORD	Encoder			ro
Subindizes					
0	VAR	Anzahl Einträge	10	Unsigned8	ro
1	VAR	Encoder 1 reference signal	x	Unsigned8	rw
2	VAR	Encoder 1 interpolation	x	Unsigned8	rw
3	VAR	Encoder 1 initial value	x	Unsigned32	rw
4	VAR	Encoder 1 maximal value	x	Unsigned32	rw
5	VAR	Encoder 1 set value	FALSE	BOOL	wo
6	VAR	Encoder 2 reference signal	x	Unsigned8	rw
7	VAR	Encoder 2 interpolation	x	Unsigned8	rw
8	VAR	Encoder 2 initial value	x	Unsigned32	rw
9	VAR	Encoder 2 maximal value	x	Unsigned32	rw
10	VAR	Encoder 2 set value	FALSE	BOOL	wo

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie unter Encodereingänge, siehe [Kap. 5.7.11](#), und Encoder, siehe [Kap. A 3.3.5](#).

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 maximum value:

0 ...  $2^{32}-1$

**A 4.4.2.29 Objekt 25A1: Encoder3**

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	5	Unsigned8	ro
1	VAR	Encoder3 enable	x	Bool	rw
2	VAR	Encoder3 interpolation	x	Unsigned8	rw
3	VAR	Encoder3 initial value	x	Unsigned32	ro
4	VAR	Encoder3 maximal value	x	Unsigned32	ro
5	VAR	Encoder3 set value	False	Bool	ro

**A 4.4.2.30 Objekt 2711h: Maskierung des Auswertebereichs**

2711	RECORD	Range of interest			
------	--------	-------------------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	2	Unsigned8	ro
1	VAR	Range of interest start	x	Unsigned16	rw
2	VAR	Range of interest end	x	Unsigned16	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Maskierung Auswertebereich, siehe [Kap. 7.2.2](#), siehe [Kap. A 3.3.8.2](#).

**A 4.4.2.31 Objekt 2800h: Materialinformation**

2800	RECORD	Material info and edit			
------	--------	------------------------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	7	Unsigned8	ro
1	VAR	Material name	xxxxx	Visible String	rw
2	VAR	Material description	xxxxxx	Visible String	rw
3	VAR	Gruppenindex	x.xxxx	FLOAT32	rw

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie im Bereich Materialdatenbank, siehe [Kap. A 3.3.9](#).

- 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.

**A 4.4.2.32 Objekt 2802h: Materialtabelle bearbeiten**

2802	RECORD	Material table edit			
------	--------	---------------------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	4	Unsigned8	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		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.

**A 4.4.2.33 Objekt 2803h: Vorhandene Materialien**

2803	RECORD	Materialtabelle			
------	--------	-----------------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	1	Unsigned8	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.

**A 4.4.2.34 Objekt 2804h: Material auswählen**

2804	RECORD	Materialauswahl			
------	--------	-----------------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	5	Unsigned8	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.

**A 4.4.2.35 Objekt 2805h: Material zwischen Sensor und 1. Schicht**

2805	RECORD	Material in front			
------	--------	-------------------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	1	Unsigned8	ro
1	VAR	Material	xx	Visible String	rw

Angabe des Materials, das sich zwischen Sensorstirnfläche und der ersten Schicht des Messobjektes befindet.

**A 4.4.2.36 Objekt 2A00h: Mastern**

2A00	RECORD	Master 1			
------	--------	----------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	5	Unsigned8	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 `MASTERSIGNAL`. In Subindex wird angegeben welches Signal gemastert werden soll. Subindex 3 entspricht dem Kommando `META_MASTERSIGNAL`.

Subindex 4 entspricht dem Befehl `MASTER`.

### A 4.4.2.37 Objekt 2A10h: Statistik

2A10	RECORD	Statistic 1			
Subindexes					
0	VAR	Anzahl Einträge	6	Unsigned8	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		Unsigned32	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:

2E00:0	User calc	RO	> 60 <		
2E00:01	User calc 01	RO	01DIST1_MIN	+	7C00:0 UserCalcOutput01 RO > 1 <
2E00:02	User calc 02	RO	01DIST1_PEAK	+	7C01:0 UserCalcOutput02 RO > 1 <
2E00:03	User calc 03	RO	01DIST1_MAX	+	7C02:0 UserCalcOutput03 RO > 1 <
2E00:04	User calc 04	RO		+	7C03:0 UserCalcOutput04 RO > 1 <
2E00:05	User calc 05	RO		+	7C04:0 UserCalcOutput05 RO > 1 <
2E00:06	User calc 06	RO		+	7C05:0 UserCalcOutput06 RO > 1 <
2E00:07	User calc 07	RO		+	7C06:0 UserCalcOutput07 RO > 1 <
2E00:08	User calc 08	RO		+	7C07:0 UserCalcOutput08 RO > 1 <
2E00:09	User calc 09	RO		+	7C08:0 UserCalcOutput09 RO > 1 <
2E00:0A	User calc 10	RO		+	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. A 4.4.1.7](#).

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

**A 4.4.2.38 Objekt 2C00h: Messwertberechnung**

2C00	RECORD	Comp y			
Subindices					
0	VAR	Anzahl Einträge	8	Unsigned8	ro
1	VAR	Typ		Unsigned16	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		Unsigned32	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 werden soll (default 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.

Der Objekt-Index bestimmt die Reihenfolge der Bearbeitung und entspricht dem Parameter `ID` des ASCII-Befehls. **Beispiel:** Das Signal 01PEAK1 soll mit einem Medianfilter und einem Mittelwertfilter gefiltert werden; Reihenfolge ist Medianfilter, dann Mittelwertfilter.

0x2C00:

1	Typ	3 (Median)
4	Signal1	01PEAK1
18	Param1	<Mittelungszahl>

0x2C01:

1	Typ	2 (Rekursiver Mittelwert)
4	Signal1	01PEAK1
18	Param1	<Mittelungszahl>

Filter können auch auf User-Signale angewendet werden.

#### A 4.4.2.39 Objekt 2E00: Benutzersignale

2E00	RECORD	User calc			
------	--------	-----------	--	--	--

Subindizes

0	VAR	Anzahl Einträge	60	Unsigned8	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.

## A 4.5 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	Uint8	READ	1 (fix)
	1	Subindex 1	[DATA TYPE]	READ	-

Objekte 0x6000: Prozessdaten.

Objekte 0x7000: System Prozessdaten (Prozessdaten, die nicht pro Kanal verfügbar sind).

Objekte 0x7C00: Berechnete Prozessdaten.

Die Namen der Objekte sind an die Namen der möglichen Parameter für das Kommando `OUT_ETH` angelehnt.

• 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>32-1</sup> ... +2 <sup>32-1</sup>	10	pm
6030	SHUTTER	UINT32 10 ... 100000	value / 10	µs
6050	ENCODER1	UINT32 0 ... 2 <sup>32-1</sup>	-	Ticks
6051	ENCODER2	UINT32 0 ... 2 <sup>32-1</sup>	-	Ticks
6052	ENCODER3	UINT32 0 ... 2 <sup>32-1</sup>	-	Ticks
7000	COUNTER	UINT32 0 ... 2 <sup>32-1</sup>		
7001	TIMESTAMP	UINT32 0 ... 2 <sup>32-1</sup>	value / 1000000	s
7002	FREQUENCY	UINT32 1538 ... 100000	10*1000 / value	kHz
7C00	UserCalcOutput01	INT32 -2 <sup>32-1</sup> ... +2 <sup>32-1</sup>	10	pm
7C01	UserCalcOutput02	INT32 -2 <sup>32-1</sup> ... +2 <sup>32-1</sup>	10	pm
...	...	...		
7C3B	UserCalcOutput60	INT32 -2 <sup>32-1</sup> ... +2 <sup>32-1</sup>	10	pm

Abb. 84 Mappable Objects

## A 4.6 Fehlercodes für SDO-Services

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

<b>Fehlercode hexadezimal</b>	<b>Bedeutung</b>
0503 0000	Toggle-Bit hat sich nicht geändert
0504 0000	SDO-Protokoll Timeout abgelaufen
0504 0001	Ungültiges Kommando eingetragen
0504 0005	Speicher nicht ausreichend
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 aufgrund 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. Ursache: lokale Steuerung
0800 0022	Daten können nicht in Anwendung übertragen oder gespeichert werden. Ursache: Gerätezustand
0800 0023	Dynamische Generierung des Objektverzeichnisses fehlgeschlagen oder kein Objektverzeichnis verfügbar

## A 4.7 Oversampling

Im Betrieb ohne Oversampling wird mit jedem Feldbuszyklus der letzte angefallene Messwertdatensatz zum EtherCAT-Master übertragen, siehe [Kap. A 4.4.1.7](#). 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, siehe [Abb. 83](#), ist der Basisindex der PDO-Map-Objekte mit dem Oversampling-Faktor 1 enthalten.

Zur Ermittlung des Index 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.

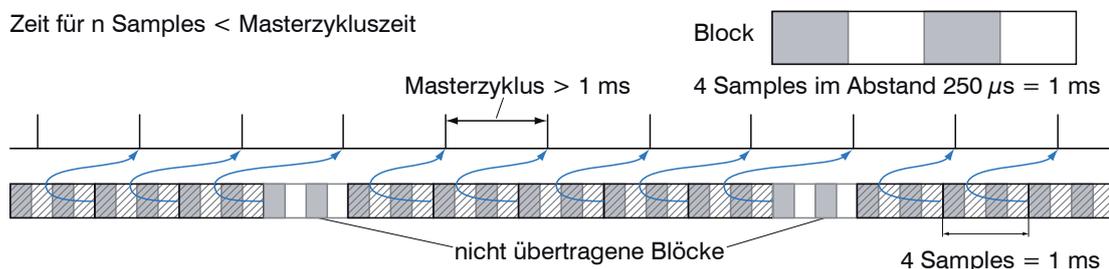
### Beispielrechnung:

- 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 <

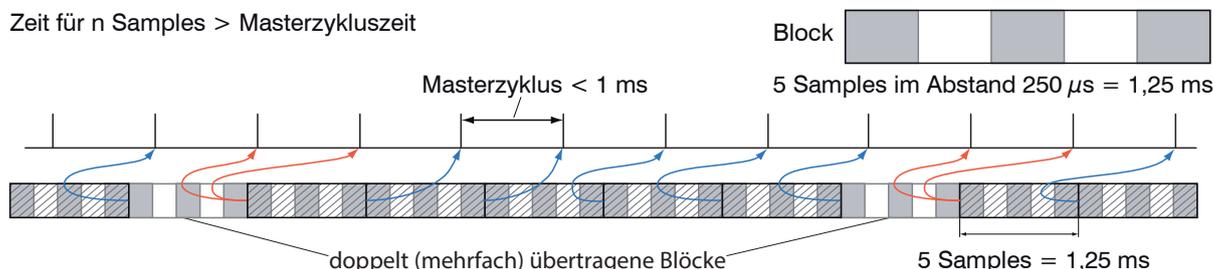
Um aufgrund der Asynchronität zwischen Masterzyklus und Slavezyklus sicherzustellen, dass keine Samples verloren gehen, sollte die Masterzykluszeit immer kleiner als die Zeit für das Zusammenstellen eines Blockes aus n Samples sein. Ein ganzer Block wird mit den angegebenen Samples erst der EtherCAT - 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 Valuecounter (siehe Objekt 0x21B0) auf der Masterseite detektiert werden.

Zeit für n Samples > Masterzykluszeit



## A 4.8 Berechnung

Setzen eines Filters oder einer Funktion, siehe [A 4.4.2.39](#).

## A 4.9 Betriebsmodi

### A 4.9.1 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.

### A 4.9.2 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 mehrere Controller synchronisieren.

In der ESI-XML-Datei sind vordefinierte SYNC0-Zykluszeiten vorhanden.

Es kann aber jede beliebige Zykluszeit zwischen 153846 ns (Messrate = 6,5 kHz) und 10.000.000 ns (Messrate = 0,1 kHz) eingestellt werden.

## A 4.10 FFT-Signal über SDO

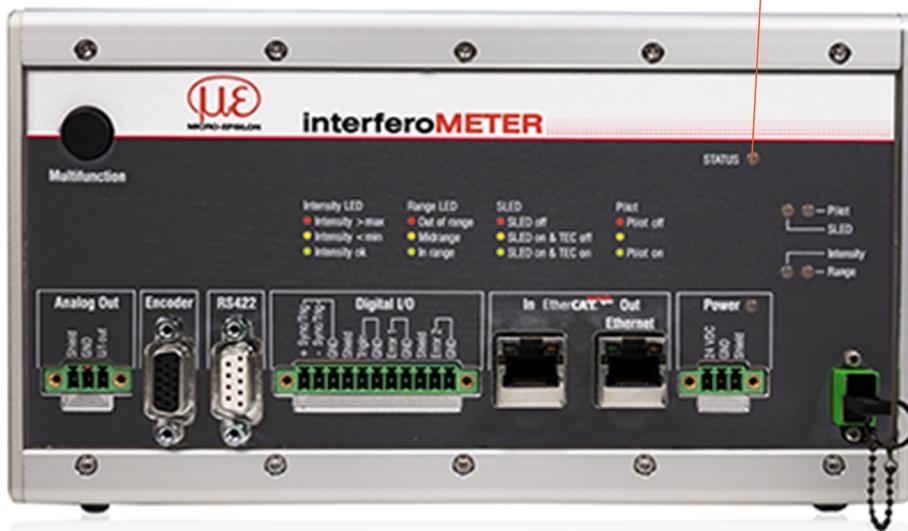
Die Ausgabe des FFT-Signals wird über das Objekt 0x2142:1h aktiviert.

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 vorzeichenlose 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.

## A 4.11 Bedeutung der STATUS-LED im EtherCAT-Betrieb

STATUS-LED



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

## A 4.12 EtherCAT-Konfiguration mit dem Beckhoff TwinCAT®-Manager

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

- Bevor Sie EtherCAT am Controller nutzen können, muss der Controller auf den Betrieb mit EtherCAT programmiert sein, siehe [A 4.2](#).

➤ Kopieren Sie die Gerätebeschreibungsdatei (EtherCAT®-Slave-Information) in das Verzeichnis `TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT`, bevor das Messgerät mit EtherCAT® konfiguriert werden kann.

IMS5420-TH24 <Micro-Epsilon\_interferometer\_5420.xml>

IMS5420MP-TH24 <Micro-Epsilon\_interferometer\_5x00MP.xml>

➤ Löschen Sie eventuell vorhandene ältere Dateien.

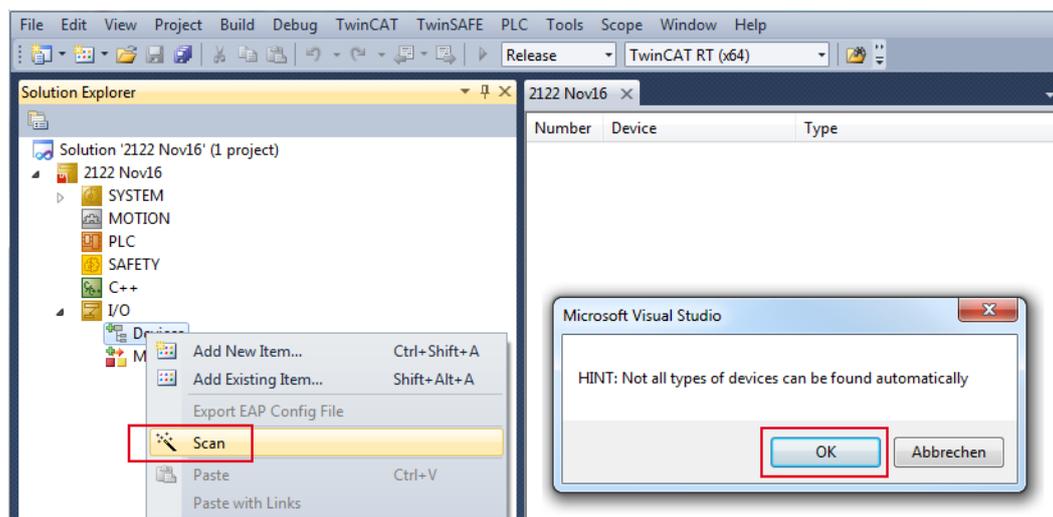
EtherCAT®-Slave-Informationsdateien sind XML-Dateien, welche die Eigenschaften des Slave-Geräts für den EtherCAT®-Master spezifizieren und Informationen zu den unterstützten Kommunikationsobjekten enthalten.

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

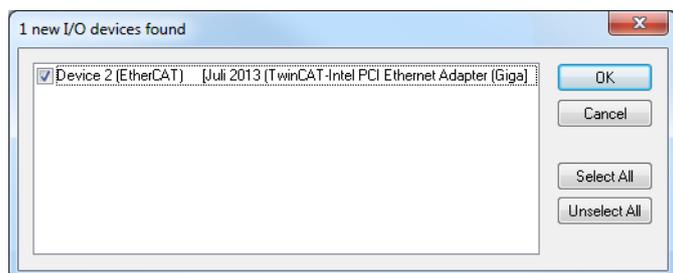
### Suchen eines Gerätes:

➤ Wählen Sie den Reiter `I/O Devices`, dann `Scan`.

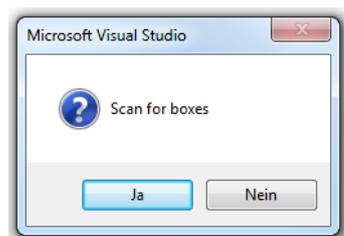
➤ Bestätigen Sie mit `OK`.



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



➤ Bestätigen Sie mit `OK`.

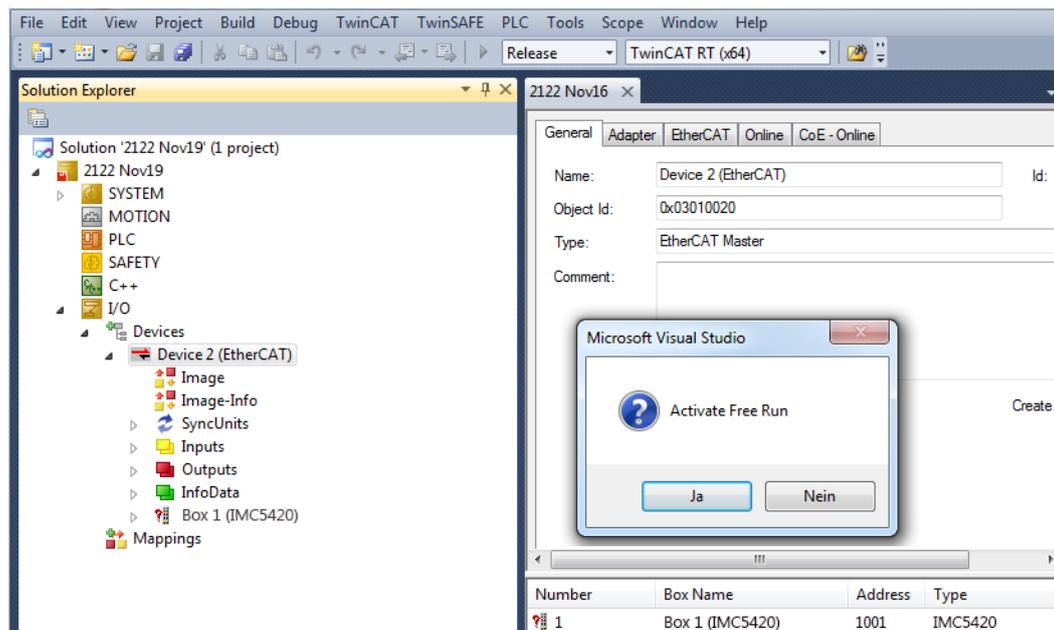


Es erscheint das Fenster „Nach neuen Boxen suchen“ (EtherCAT®-Slaves).

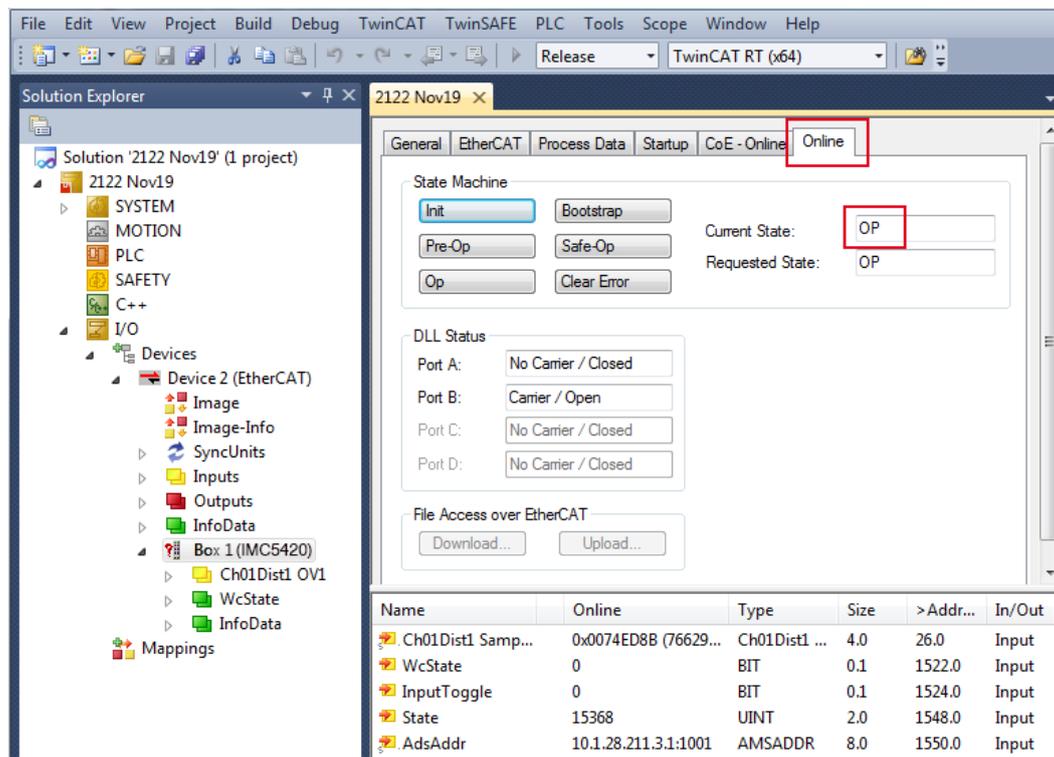
➤ Bestätigen Sie mit `Ja`.

Das interferoMETER ist nun in einer Liste aufgeführt.

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



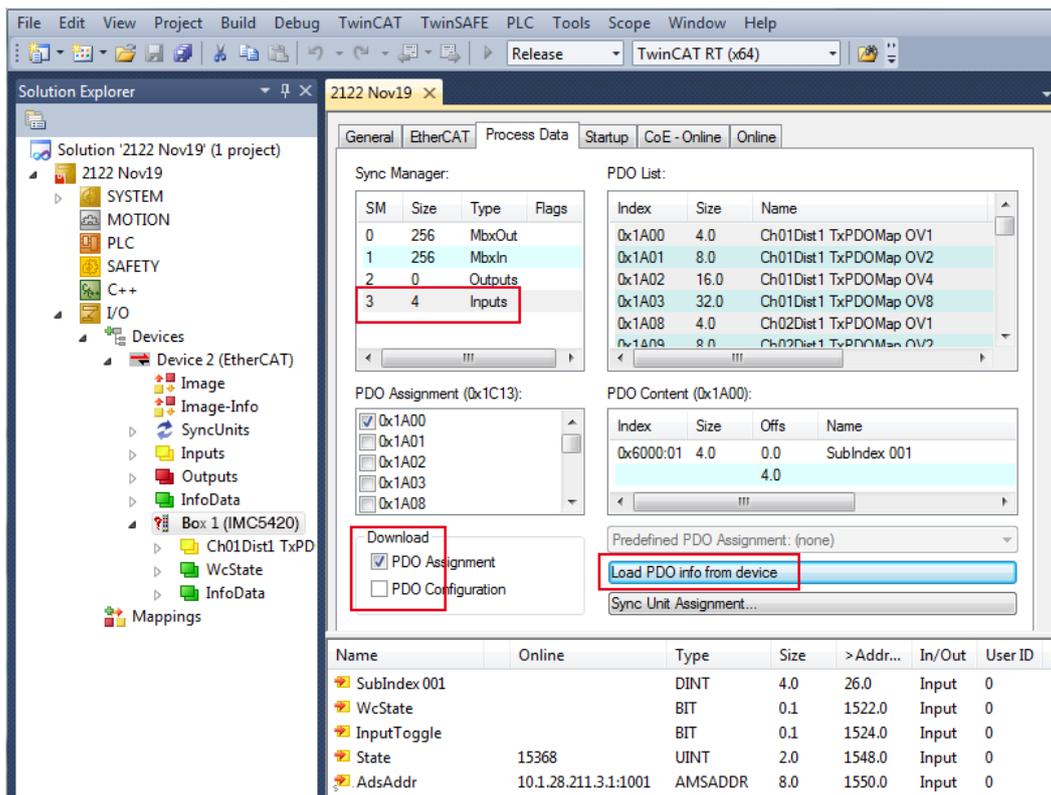
Auf der **Online** Seite sollte der aktuelle Status mindestens auf **PREOP**, **SAFEOP** oder **OP** stehen.



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, siehe [Kap. A 4.12](#).

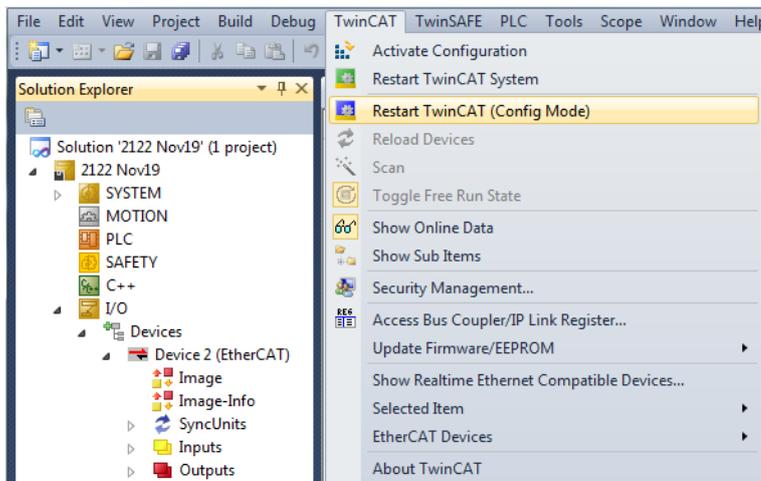
Im Auslieferungszustand des Messgerätes ist nur ein Messwert (Dicke 1) als Ausgabegröße (sowohl im Controller als auch in der ESI-Datei) eingestellt.

Über den Prozessdaten-Tab können weitere Daten ausgewählt werden.



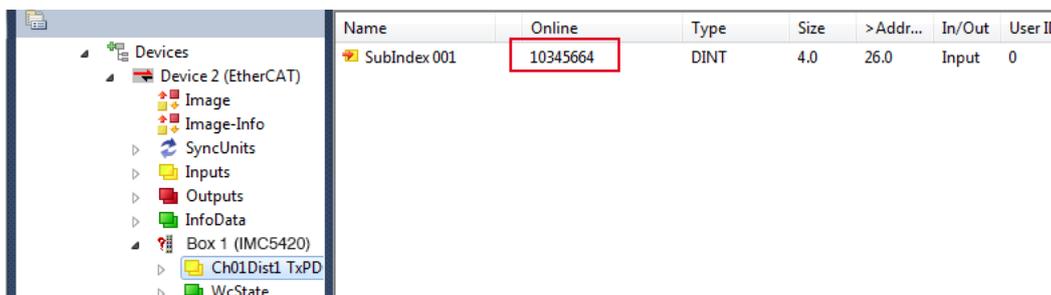
Sie können nun den Umfang der verfügbaren Prozessdaten und die Zuordnung der Sync-Manager einsehen.

➡ 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.



## A 5 Datenformat RS422

### A 5.1 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	<b>F</b>	<b>0</b>	<b>EoF</b>	<b>C</b>	<b>DT</b>		<b>O</b>

#### - Datenwert

- 14 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 (Raw)
- 3. reserviert

#### - O (Overflow)

- 0. kein UART-Überlauf
- 1. UART-Überlauf, die Daten sind gültig, aber es fehlen Datenframes

### A 5.2 Beschreibung

Das Format besteht aus einem oder mehreren Datenwerten und einem Footer, welches 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). Videosignale können auch als Datenwerte 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 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 relevanten Konfiguration des Controllers 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.

### A 5.3 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*|r|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

## A 6 Telnet

### A 6.1 Allgemein

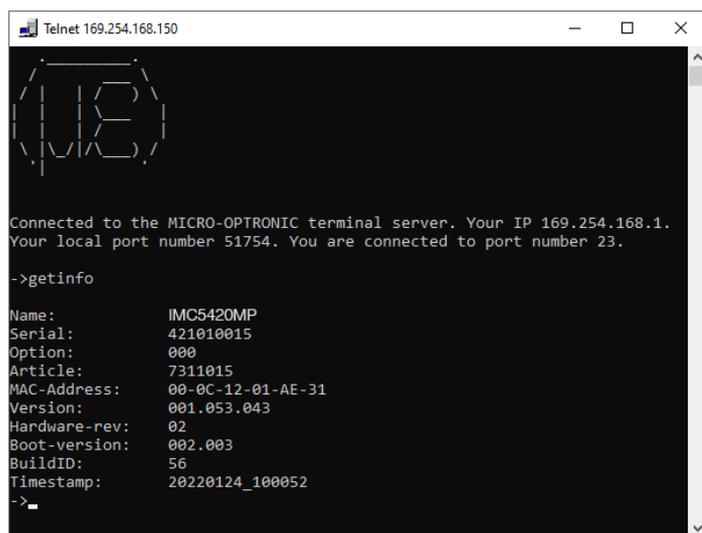
Der Telnet-Dienst ermöglicht Ihnen das Kommunizieren mit dem IMS5x00 vom PC aus. Für die Kommunikation mit Telnet benötigen Sie

- eine bestehende Ethernet-Verbindung zwischen IMS5x00 und Ihrem PC,
- die ASCII-Befehle, siehe [A 3](#).

### A 6.2 Verbindungsaufbau

➤ Starten Sie das Programm `Telnet.exe` über das Startmenü > Ausführen.

➤ Tippen Sie den Befehl `o 192.254.168.150` bzw. der IP-Adresse des Controllers ein.



```

Telnet 169.254.168.150
Connected to the MICRO-OPTRONIC terminal server. Your IP 169.254.168.1.
Your local port number 51754. You are connected to port number 23.

->getinfo
Name:          IMC5420MP
Serial:       421010015
Option:      000
Article:     7311015
MAC-Address: 00-0C-12-01-AE-31
Version:     001.053.043
Hardware-rev: 02
Boot-version: 002.003
BuildID:     56
Timestamp:   20220124_100052
->

```

Abb. 85 Telnet Start-Bildschirm des IMC5420MP

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 `Exxx` beginnt, wobei `xx` für eine eindeutige Fehlernummer steht.

- 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 192.254.168.150` für den Verbindungsaufbau.

### A 6.3 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-Mode 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 Gültigkeitsbereiches.

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 8542 168 0 · Fax +49 8542 168 90  
info@micro-epsilon.de · www.micro-epsilon.de  
Your local contact: [www.micro-epsilon.com/contact/worldwide/](http://www.micro-epsilon.com/contact/worldwide/)

X9750463-A012054MSC  
© MICRO-EPSILON MESSTECHNIK