

I²C-Protokoll für Typen MPR-1 und MTF-1



Version 3.0

Inhalt

1.	I ² C Allgemein.....	1
1.1	Beschreibung.....	1
1.2	Konfiguration.....	1
2.	I ² C-Protokoll des Drucksensormoduls	2
2.1	Parameter.....	2
2.2	Strom-EOC-Zeit-Diagramm.....	2
2.3	I ² C Adresse.....	4
3.	Kommunikationsdienste	4
3.1	Auslesen von Druck- und Temperaturwert.....	4
3.2	Beschreibung des Status-Byte.....	6
3.3	Schreiben der Slave-Adresse.....	7
3.4	MTP-Checksumme berechnen und schreiben	8
3.5	Auslesen allgemeiner Sensor-Daten	8
3.6	Verwendung des EOC-pins.....	10
4.	Abkürzungsverzeichnis	11
5.	Änderungshistorie.....	11

1. I²C Allgemein

1.1 Beschreibung

I²C wurde zur Kommunikation über kurze Distanzen zwischen Leiterplatten entwickelt und ist ein einfacher, serieller 8-Bit Datenbus.

Da es sich nicht um einen Feld-BUS handelt sind große Litzenlängen nicht zu empfehlen. Die maximale Litzenlänge richtet sich im Detail nach der Einsatzumgebung und den entsprechenden Störeinflüssen.

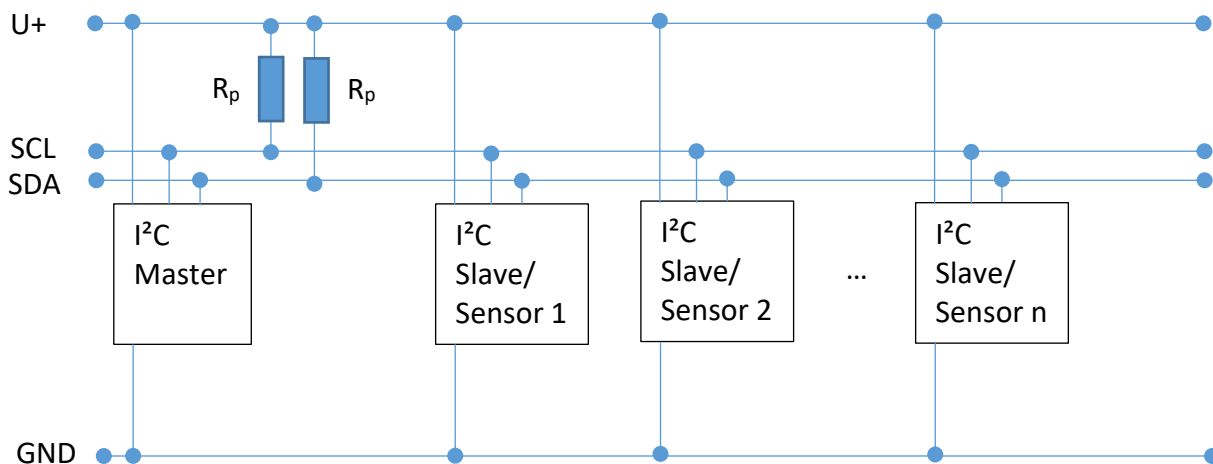
Der Drucksensor arbeitet als Slave und wird durch den I²C-Master mit der I²C-Adresse des Sensors angesprochen werden. Die Adresse ist werksseitig auf „0“ eingestellt, kann aber kundenspezifisch angepasst und kundenseitig geändert werden.

Der I²C-Bus benötigt in einfachster Ausführung zusätzlich zu den beiden Spannungsversorgungsleitungen lediglich zwei weitere Leitungen:

- SCL (Serial Clock / Taktleitung)
- SDA (Serial Data / Datenleitung)

1.2 Konfiguration

Pull-Up Widerstände (R_p) werden an der SDA und SCL Leitung benötigt.



Ein zusätzlicher End of Conversion (EOC) Pin bietet die Möglichkeit, das Ende der Druckmessung zu detektieren.

I²C-Protokoll des Drucksensormoduls

2. I²C-Protokoll des Drucksensormoduls

Das I²C Signal des Drucksensors bietet die Möglichkeit sowohl einen Druck- als auch einen Temperaturwert auszulesen.

Über das Status Bit kann auch eine Diagnose-Funktion realisiert werden.

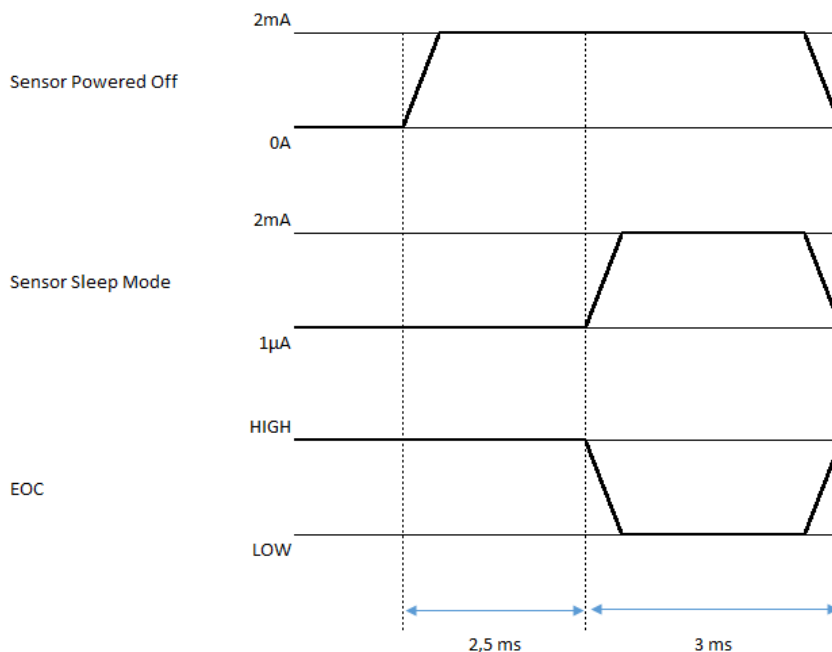
2.1 Parameter

	Min	Max	Unit
V _{IL} (Input low level voltage)	-0,3	0,9	V
V _{IH} (Input high level voltage) für 2,3V ≤ U+ ≤ 3V	U+ -0,1	U+ +0,5	V
V _{IH} (Input high level voltage) für U+ > 3V	2,9	3,5	V
V _{OL} (Output low level voltage)		0,45	V
Clock Frequency	0,01	3,4	MHz
Pull-Up-Widerstände jeweils an SDA und SCL	1,5	10	kΩ

2.2 Strom-EOC-Zeit-Diagramm

Defaulteinstellung mit Command Request (Oversampling = 1)

Strom - EOC - Zeit Diagramm

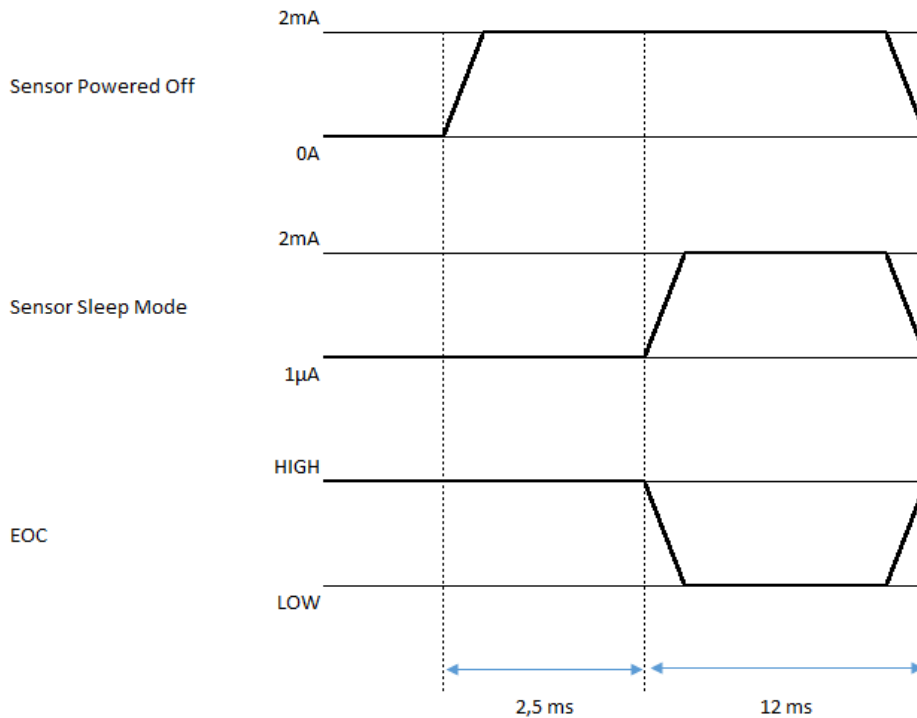


Zeit bis der Druck- und Temperaturwert nach Anfrage durch den Master zur Verfügung steht:

- Bei Verwendung des Sleep-Mode: ~3ms
- Bei kompletter Abschaltung: ~5,5ms

Optionale Einstellung Command Request (Oversampling = 4)

Oversampling = 4 wird beim Drucksensormodul Typ MTF-1 benötigt wenn die optionale Version mit einer Genauigkeit von 0,25% der Spanne verwendet wird. Siehe auch Datenblatt PE83.01.



Zeit bis der Druck- und Temperaturwert nach Anfrage durch den Master zur Verfügung steht:

- Bei Verwendung des Sleep-Mode: ~ 12ms
- Bei kompletter Abschaltung: ~ 14,5ms

2.3 I²C Adresse

Der Drucksensor arbeitet als I²C-Slave und muss von einem Master angesprochen und gesteuert werden.

Voreingestellte Standard-Adresse: 0

Mögliche Adressen: 0...3, 8...127
(4...7 sind reserviert und können nicht verwendet werden)

3. Kommunikationsdienste

3.1 Auslesen von Druck- und Temperaturwert

Command Request (Oversampling = 1):

Slave-Address << 1 + 0 (Write-Bit) (1 Byte)	0xAA (1 Byte)
Master	Master

bzw. Command Request (Oversampling = 4):

Slave-Address << 1 + 0 (Write-Bit) (1 Byte)	0xAD (1 Byte)
Master	Master

Option 1:

Wartezeit ≥ 3ms bei Oversampling 1

Wartezeit ≥ 12ms bei Oversampling 4

Option 2: (empfohlen)

Verwendung EOC-pin, siehe "3.6 Verwendung des EOC-pins"

Command Response:

Slave-Address << 1 + 1 (Read-Bit) (1 Byte)	Status (1 Byte)	PD-Druck Bits <23:16> (1 Byte)	PD-Druck Bits <15:8> (1 Byte)	PD-Druck Bits <7:0> (1 Byte)
Master	Slave	Slave	Slave	Slave
PD-Temperatur Bits <23:16> (1 Byte)	PD-Temperatur Bits <15:8> (1 Byte)	PD-Temperatur Bits <7:0> (1 Byte)		
Slave	Slave	Slave		

Slave-Address: Eingestellte 7-Bit Slave-Adresse

PD-Druck: PD –Druck >> 6 → Interpretation PD-Druck Wert: MBA...MBE = 50.000...250.000 digits

PD-Temperatur: PD –Temperatur >> 6 → Interpretation PD-Temperatur Wert: -45...+110°C = 0...262.143 digits

Die Datenübertragung kann seitens des Masters nach 4 Byte gestoppt werden wenn der Temperaturwert nicht benötigt wird.

Berechnung des **Druckwertes** aus dem Digitalwert:

([unit] = bar, MPa oder psi)

Empfindlichkeit:
$$S = \frac{MBE[digits]-MBA[digits]}{MBE[unit]-MBA[unit]}$$

Druck:
$$p = \frac{p[digits]-MBA[digits]}{s} + MBA[unit]$$

Beispiel:

Ein Sensor mit Druckbereich 0...25 bar wird verwendet.

Der Digitalwert des Druckes beträgt: 125000 digits.

$$S = \frac{MBE[digits]-MBA[digits]}{MBE[unit]-MBA[unit]} = \frac{250000\text{ digits}-50000\text{ digits}}{25\text{ bar}-0\text{ bar}} = 8000\text{ digits/bar}$$

$$p = \frac{p[digits]-MBA[digits]}{s} + MBA[unit] = \frac{125000\text{ digits}-50000\text{ digits}}{8000\text{ digits/bar}} + 0\text{ bar} = 9,375\text{ bar}$$

Berechnung des **Temperaturwertes** aus dem Digitalwert:

Empfindlichkeit:
$$S = \frac{MBE[digits]-MBA[digits]}{MBE[unit]-MBA[unit]} = \frac{262143\text{ digits}-0\text{ digits}}{110^{\circ}\text{C}-(-45^{\circ}\text{C})} \approx 1691\text{ digits/}^{\circ}\text{C}$$

Temperatur:
$$t = \frac{t[digits]-0}{s} + (-45^{\circ}\text{C}) = \frac{t[digits]}{1691,25\text{ digits/}^{\circ}\text{C}} - 45^{\circ}\text{C}$$

Beispiel:

Ein Sensor liefert den hex-Wert 112500 als Temperatur.

$$t = \frac{t[digits]}{1691\text{ digits/}^{\circ}\text{C}} - 45^{\circ}\text{C} = \frac{112500\text{ digits}}{1691\text{ digits/}^{\circ}\text{C}} - 45^{\circ}\text{C} = 21,5^{\circ}\text{C}$$

3.2 Beschreibung des Status-Byte

Status:

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Meaning	0	1	Busy?	Mode1	Mode0	Memory error?	0	ALU Saturation

- **Busy indication (bit 5):** 1 wenn das Gerät „busy“ ist. Die Daten für den aktuellen Befehl stehen noch nicht zur Verfügung. Der Sensor verarbeitet keine neuen Befehle solange er „busy“ ist.
- **Memory integrity/error flag (bit 2):** 0 wenn der Integritäts-Test bestanden wurde, 1 wenn der Test nicht bestanden wurde. Dieses Bit zeigt an ob der Checksummen-basierte Integritäts-Test bestanden wurde oder nicht. Das „memory error status bit“ wird nur in der Einschaltsequenz berechnet, eine neue CRC wird also nur nach einem „power-on reset“ (POR) oder nach einem Reset unter Verwendung des RES Pins zu Bestätigung des Speichers und als Status-Update verwendet.
- **ALU saturation (bit 0):** Wenn der letzte Befehl ein Messabfrage war ist dieses Bit „0“ wenn jeglicher Wert dazwischen und das endgültige SSC Ergebnis in einem gültigen Bereich liegen und keine interne Begrenzung der SSC-Berechnung vorliegt. Wenn der letzte Befehl ein Messabfrage war ist dieses Bit „1“ wenn eine Begrenzung der SSC-Berechnung vorliegt. Dieses Bit ist auch für jeden Befehl der keine Messwertabfrage ist „0“.

3.3 Schreiben der Slave-Adresse

Da immer 16-Bit bei einem Schreibvorgang ins MTP geschrieben werden und die I²C-Adresse nur 7-Bit lang ist, muss vor dem Schreiben der Inhalt der restlichen 9-Bit ausgelesen werden.

Auslesen der bestehenden Slave-Adresse:

Command Request (Read MTP):

Slave-Address << 1 + 0 (Write-Bit) (1 Byte)	MTP-Address 0x02 (1 Byte)
Master	Master

Command Response (Read MTP):

Slave-Address << 1 + 1 (Read-Bit) (1 Byte)	Status (1 Byte)	MTP-Data Bits <15:8> (1 Byte)	MTP-Data Bits <7:0> (1 Byte)
Master	Slave	Slave	Slave

Neue I²C-Adresse setzen:

MTP-Data <6:0> = zu schreibende Slave-Adresse

Command Request (Write MTP):

Slave-Address << 1 + 0 (Write-Bit) (1 Byte)	MTP-Address 0x42 (1 Byte)	MTP-Data Bits <15:8> (1 Byte)	MTP-Data Bits <7:0> (1 Byte)
Master	Master	Master	Master

Nach dem Schreiben der Slave-Adresse sollte die MTP-Checksumme neu generiert und geschrieben werden (siehe „**3.4 MTP-Checksumme berechnen und schreiben**“)

Falls nicht, wird im Status-Byte der Checksummen-Fehler angezeigt “Memory integrity/error flag (bit 2)” (siehe „**3.2 Beschreibung Status-Byte**“).

Empfehlung:

Zum Übernehmen der neu eingestellten Slave-Adresse muss ein Reset und Neustart durch ein Reset-Signal (High → Low) auf dem RES-Pin initiiert werden.

Alternativ kann ein Power-On-Reset durchgeführt werden. Dieser kann aufgrund der internen Kapazitäten bis zu 3 Minuten dauern.

Achtung: I²C-Adressen zwischen 4...7 dürfen nicht verwendet werden. Bei Verwendung dieser Adressen ist keine Kommunikation mehr möglich!

3.4 MTP-Checksumme berechnen und schreiben

Slave-Address << 1 + 0 (Write-Bit) (1 Byte)	0x90 (1 Byte)
Master	Master

3.5 Auslesen allgemeiner Sensor-Daten

Zur eindeutigen Identifizierung können allgemeine Daten des Sensormoduls aus dem MTP gelesen werden.

Auf diese Weise kann über die Master-Elektronik bestätigt werden, dass der richtige Sensor mit den korrekten technischen Daten verbaut wurde.

Information	Einheit	MTP-Adresse	Interpretation
Messbereichanfang Druck	float32	0x25 und 0x26	0x25 Low Word 0x26 High Word
Messbereichende Druck	float32	0x27 und 0x28	0x27 Low Word 0x28 High Word
Einheit	uint16	0x29	0 = bar 5 = MPa 11 = psi Bit 8: 0 = rel, 1 = abs
Seriennummer	dtSerial	0x2A bis 0x34	WIKA Seriennummer (11 Bytes) in ASCII (nur Low Byte pro MTP-Adresse wird verwendet)
Artikelnummer	uint32	0x35 und 0x36	0x35 Low Word 0x36 High Word Geräte Artikelnummer

Beispiel Auslesen Messbereichanfang:

Command Request (Read MTP):

Slave-Address << 1 + 0 (Write-Bit) (1 Byte)	MTP-Address 0x25 (1 Byte)
Master	Master

Command Response (Read MTP):

Slave-Address << 1 + 1 (Read-Bit) (1 Byte)	Status (1 Byte)	MTP-Data Bits <15:8> (1 Byte)	MTP-Data Bits <7:0> (1 Byte)
Master	Slave	Slave	Slave

Command Request (Read MTP):

Slave-Address << 1 + 0 (Write-Bit) (1 Byte)	MTP-Address 0x26 (1 Byte)
Master	Master

Command Response (Read MTP):

Slave-Address << 1 + 1 (Read-Bit) (1 Byte)	Status (1 Byte)	MTP-Data Bits <15:8> (1 Byte)	MTP-Data Bits <7:0> (1 Byte)
Master	Slave	Slave	Slave

Interpretation Beispiel Messbereichanfang, Messbereichende und Einheit:

	Communication		MTP		Cycle Communication		Compensation									
	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	xA	xB	xC	xD	xE	xF
0x	1508	0000	0000	A319	FB28	6A6D	C439	02AB	5B82	0186	9DDA	AFFD	0148	0B26	0602	0000
1x	0007	3700	F21A	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
2x	0000	C1A0	0000	42C8	0000	0000	0000	40C0	0000	0031	0041	0030	0030	0053	004E	
3x	0056	0048	0033	0033	0035	EC3B	00D9	0000	0000	30A7						

Messbereichanfang Druck (0x25, 0x26) → Hexadecimal 0000 0000 → float 0

Messbereichende Druck (0x27, 0x28) → Hexadecimal 40C0 0000 → float 6

Einheit (0x29) → 0000 → 0 → „bar rel.“

Der Messbereich des Sensors ist: 0 ... 6 bar relativ

Interpretation Seriennummer:

Communication	MTP	Cycle Communication				Compensation										
	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	xA	xB	xC	xD	xE	xF
0x	1508	0000	0000	A319	FB28	6A6D	C439	02AB	5B82	0186	9DDA	AFFD	0148	0B26	0602	0000
1x	0007	3700	F21A	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
2x	0000	C1A0	0000	42C8	0000	0000	0000	0000	40C0	0000	0031	0041	0030	0030	0053	004E
3x	0056	0048	0033	0033	0035	EC3B	00D9	0000	0000	30A7						

0x2A bis 0x34 → Hex: 31 41 30 30 53 4E 56 48 33 33 35 → ASCII: 1A00SNVH335
 Seriennummer ist die 1A00SNVH335.

Interpretation Artikelnummer:

Communication	MTP	Cycle Communication				Compensation										
	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	xA	xB	xC	xD	xE	xF
0x	1508	0000	0000	A319	FB28	6A6D	C439	02AB	5B82	0186	9DDA	AFFD	0148	0B26	0602	0000
1x	0007	3700	F21A	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
2x	0000	C1A0	0000	42C8	0000	0000	0000	0000	40C0	0000	0031	0041	0030	0030	0053	004E
3x	0056	0048	0033	0033	0035	EC3B	00D9	0000	0000	30A7						

0x35 und 0x36 → Hex: 00D9EC3B → Decimal: 14281787
 Die Artikelnummer ist 14281787.

3.6 Verwendung des EOC-pins

Die Messdauer ist definiert als die Zeit der High-Low-Änderung auf dem EOC-pin zum Beginn der Messung bis zur nächsten Low-High-Änderung auf dem EOC-pin am Ende der Messung. Direkt nach der Low-High-Änderung auf dem EOC-pin kann der kompensierte Druck- und Temperaturwert ausgelesen werden.

Abkürzungsverzeichnis

4. Abkürzungsverzeichnis

MBA = **M**ess**b**ereich**a**nfang
MBE = **M**ess**b**ereich**e**nde
MTP = multiple-time programmable memory
ALU = arithmetic logic unit
SSC = sensor signal conditioner

5. Änderungshistorie

Dokument Version	Änderungsgrund	Datum
1.0	Ersterstellung	01.08.2018
1.01	- Actual mode (bits 4:3) aus "Status Bit" entfernt wird nur intern verwendet - „Busy Indication“ geändert: Anmerkung bzgl. zyklischer Modus entfernt; zyklischer Modus nicht verfügbar	29.08.2018
2.0	- Ergänzung Punkt 3.5 „Auslesen allgemeiner Sensor-Daten“ - Richtigstellung digit-Wert Temperatur Seite 3 - Redaktionelle Änderungen	17.02.2020
3.0	Ergänzung MTF-1, inkl. oversampling = 4 Beschreibung	11.05.2021

WIKA subsidiaries worldwide can be found online at www.wika.com.
WIKA-Niederlassungen weltweit finden Sie online unter www.wika.com.



WIKAL Alexander Wiegand SE & Co. KG
Alexander-Wiegand-Strasse 30
63911 Klingenberg • Germany
Tel. +49 9372 132-0
Fax +49 9372 132-406
info@wika.de
www.wika.de