

# Serielle Kommunikation via I<sup>2</sup>C



## INHALT

1. Grundlage der seriellen Kommunikation via I<sup>2</sup>C
2. I<sup>2</sup>C Kommunikation
  - 2.1 BASICS
  - 2.2 Timing
  - 2.3 Elektrische Verbindung
3. Verfügbare Signal- / Wertebereiche
4. Referenzen / Literatur

## ANWENDUNGSHINWEIS

## ■ I<sup>2</sup>C Protokollbeschreibung

### 1. Grundlage der seriellen Kommunikation via I<sup>2</sup>C

Der Druckmessumformer mit I<sup>2</sup>C Schnittstelle arbeitet als SLAVE auf dem I<sup>2</sup>C Bus und ist über die Standard-Slave-Adresse „0x78“ erreichbar.

### 2. I<sup>2</sup>C Kommunikation

Auf der SCL Leitung muss vom Master ein Clock-Signal generiert werden. die SDA Leitung werden die Daten vom Master zum Slave oder umgekehrt übertragen. Durch den Master wird diese Kommunikation gesteuert.

#### 2.1 BASICS

##### ■ idle Zeit

während der Bus inaktiv ist, sind SDA und SCL auf „high“ = VDDa zu ziehen

##### ■ Start Bedingung

Ein High-auf-Low Übergang auf SDA und ein High auf SCL definieren den Start einer Kommunikation, jeder Befehl des Masters muss durch eine Start-Bedingung initiiert werden

##### ■ Ende Bedingung

Ein Low-auf-High Übergang auf SDA und ein High auf SCL definieren den Start einer Kommunikation, jeder Befehl des Masters muss durch eine Start-Bedingung beendet werden

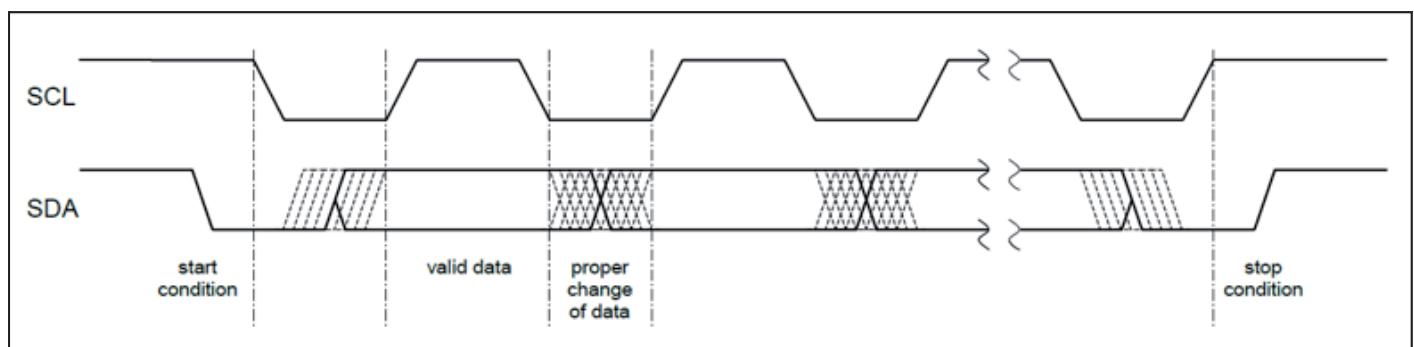


Abbildung 1 Prinzip der I<sup>2</sup>C Aktionen

##### ■ Valide Daten

Daten werden beginnend mit MSB in Byte (8 Bits) übertragen. Es werden 16 Bit Daten übertragen welche mit einem „high-Byte“ beginnen (=„Big Endian“). Nach jedem übertragenen Byte wird ein acknowledge-Bit übertragen. Übertragene Byte sind korrekt, wenn nach einer Start-Bedingung SDA gleich bleibt während SCL auf High liegt. SDA darf sich nur ändern, wenn SCL auf Low liegt.

##### ■ Acknowledge (ACK)

Ein ACK ist für übertragene Byte obligatorisch. Der Master muss ein SCL generieren um ein ACK zu signalisieren. Der Empfänger (Master oder Slave) führt ein Pull-down von SDA während

##### ■ Adressierung

Jeder an den I<sup>2</sup>C Bus angeschlossenen SLAVES reagiert auf eine spezifische Adresse. Nach der START-Bedingung des Masters, sendet dieser das Adress-Byte (7bit) mit anschließendem Richtungs-BIT (R/W). Durch „0“ wird eine Übertragung vom Master zum SLAVE („WRITE“) gekennzeichnet, durch „1“ wird eine Leseoperation definiert.

Der angesprochene Slave sendet ein ACK, alle anderen angeschlossenen SLAVES ignorieren den Befehl.

**Die Standard Adresse ist „0x78“**

### ■ Lese Operation

Nachdem vom MASTER ein REQUEST zum SLAVE mit SLAVE-Adresse mit Richtungs-BIT gesendet wurde, wird der SLAVE mit den Daten antworten. Die Daten werden aus den aktivierten Registern übertragen. Der MASTER muss dann den Clock auf SCL, das ACK nach jedem Byte Daten (außer nach dem letzten) und die Stop-Bedingung erzeugen.

Die Daten werden kontinuierlich übertragen, bis eine STOP-Bedingung empfangen worden ist. Während dieser Zeit werden die Daten im SIF (serial interface) aktualisiert.

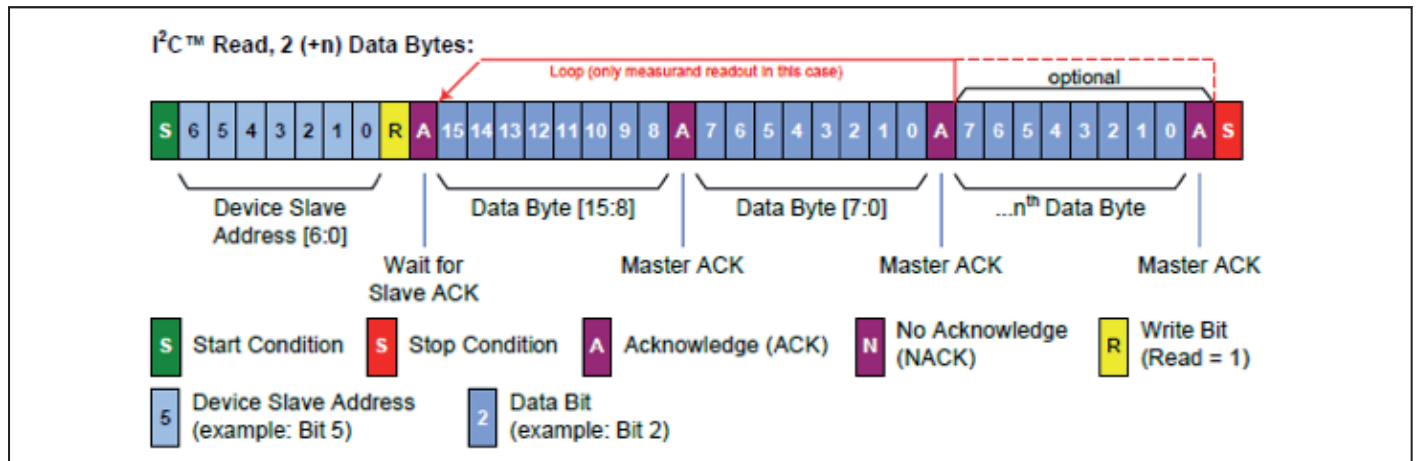
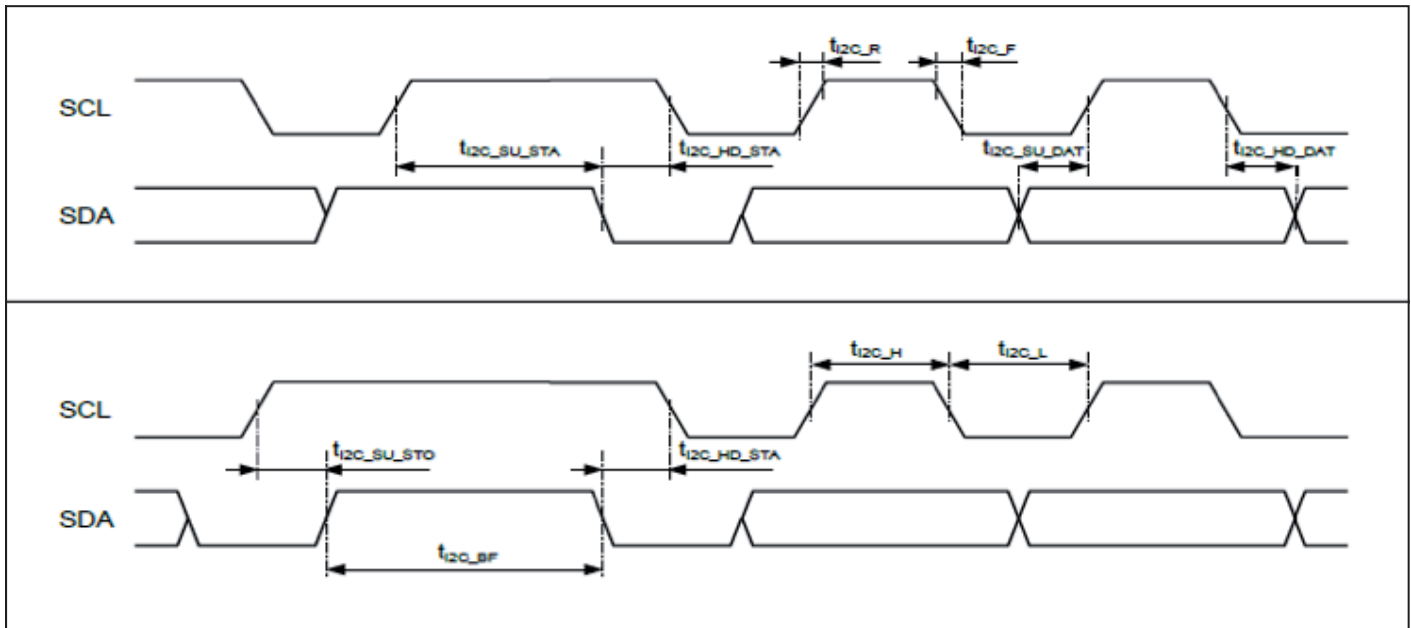


Abbildung 2 Beispiel einer Leseoperation

## 2.2 Timing



Nr.	Parameter	Symbol	min	typ	Max	Unit	Conditions
1	SCL clock frequency *	$f_{SCL}$			400	KHz	$f_{osc} \geq 2MHz$
2	Bus free time between start and stop condition	$t_{I2C\_BF}$	1.3			$\mu s$	
3	Hold time start condition	$t_{I2C\_HD\_STA}$	0.6			$\mu s$	
4	Setup time repeated start condition	$t_{I2C\_SU\_STA}$	0.6			$\mu s$	
5	Low period SCL/SDA	$t_{I2C\_L}$	1.3			$\mu s$	
6	High period SCL/SDA	$t_{I2C\_H}$	0.6			$\mu s$	
7	Data hold time	$t_{I2C\_HD\_DAT}$	0			$\mu s$	
8	Data setup time	$t_{I2C\_SU\_DAT}$	0.1			$\mu s$	
9	Rise time SCL/SDA	$t_{I2C\_R}$			0.3	$\mu s$	
10	Fall time SCL/SDA	$t_{I2C\_F}$			0.3	$\mu s$	
11	Setup time stop condition	$t_{I2C\_SU\_STO}$	0.6			$\mu s$	
12	Noise interception SDA/SCL	$t_{I2C\_NI}$			50	ns	Spike suppression

Abbildung 3 I2C™ Timing protocol

### 2.3 Elektrische Verbindung

Zur Vermeidung von Spannungsspitzen, sollten in den Zuleitungen zu den Busteilnehmern Widerstände vorgesehen werden. zusätzlich sind Pull-up Widerstände erforderlich. Die Größe der Widerstände  $R_S$  und  $R_P$  ist u.a. von der Leitungskapazität abhängig.

Die Buskapazität sollte  $400\mu\text{C}$  nicht überschreiten. Die Flankensteilheit von  $300\text{ns}$  muss eingehalten werden.

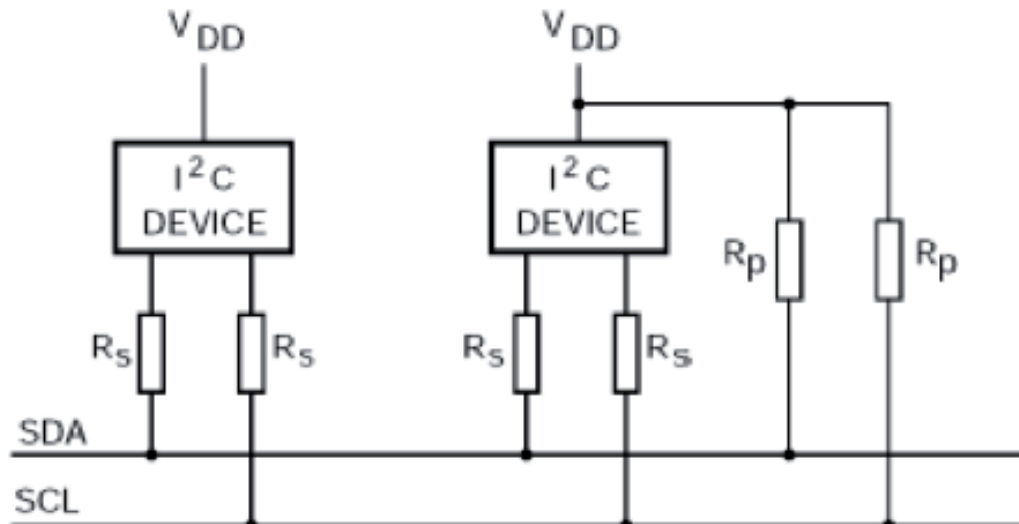


Abbildung 4 I<sup>2</sup>C-Bus mit Schutzwiderständen  $R_S$  in den Zuleitungen der Busteilnehmer

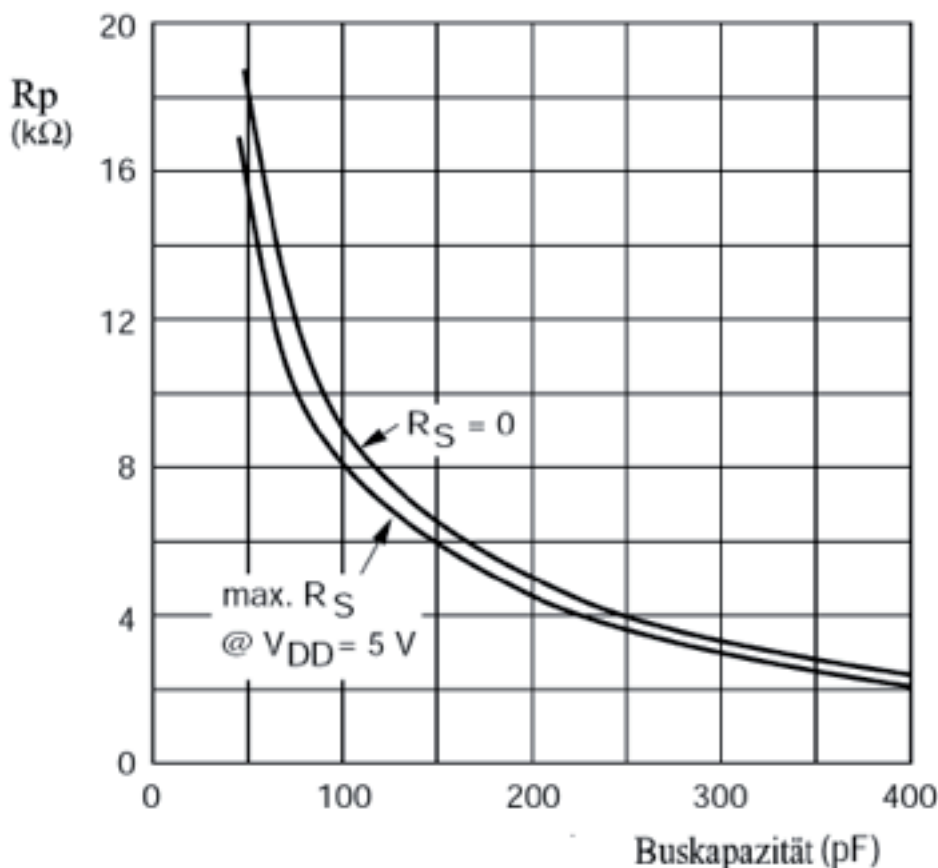


Abbildung 5 Größe des Pull-Up Widerstandes  $R_P$  in Abhängigkeit der Buskapazität

### 3. Verfügbare Signal- / Wertebereiche

Zur Vermeidung von Spannungsspitzen, sollten in den Zuleitungen zu den Busteilnehmern Widerstände vorgesehen werden. zusätzlich sind Pull-up Widerstände erforderlich. Die Größe der Widerstände  $R_s$  und  $R_p$  ist u.a. von der Leitungskapazität abhängig.

Die Buskapazität sollte  $400\mu\text{C}$  nicht überschreiten. Die Flankensteilheit von 300ns muss eingehalten werden.

Signalkodierung	Wertebereich
60.4	1000 – 31000 digits
60.14	500 – 26500 digits
60.15	1000 – 30000 digits

#### Beispiele

- a. SML 60.4 (0-100) bar    ■ 0 bar = 1000 digits, 50 bar = 16000 digits, 100 bar = 31000 digits
- b. SML 60.14 (0-16) bar    ■ 0 bar = 500 digits, 8 bar = 13500 digits, 16 bar = 26500 digits
- c. SML 60.15 (0-25) bar    ■ 0 bar = 1000 digits, 12 bar = 14920 digits, 25 bar = 30000 digits

### 4. Referenzen/Literatur

Als Referenzen dienen folgenden Unterlagen

- Datenblatt ZSC31050 von ZMDi
- Funktionsbeschreibung ZSC31050 von ZMDi
- Interne Dokumente