

# Ultraschallsensoren UCC\*\*\*\*-50GK-B26-Serie

Handbuch



CE

---

Es gelten die Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der Elektroindustrie, herausgegeben vom Zentralverband Elektroindustrie (ZVEI) e. V. in ihrer neuesten Fassung sowie die Ergänzungsklausel: "Erweiterter Eigentumsvorbehalt".

**Weltweit**

Pepperl+Fuchs-Gruppe

Lilienthalstr. 200

68307 Mannheim

Deutschland

Telefon: +49 621 776 - 0

E-Mail: [info@de.pepperl-fuchs.com](mailto:info@de.pepperl-fuchs.com)

<https://www.pepperl-fuchs.com>

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
1.1	Inhalt des Dokuments .....	5
1.2	Zielgruppe, Personal .....	5
1.3	Verwendete Symbole.....	5
1.4	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	6
1.5	Allgemeine Sicherheitshinweise .....	7
1.6	Konformitätserklärung .....	7
<b>2</b>	<b>Produktbeschreibung .....</b>	<b>8</b>
2.1	Einsatz und Anwendung .....	8
2.2	Schnittstellen und Anschlüsse .....	9
<b>3</b>	<b>Installation.....</b>	<b>10</b>
3.1	Sicherheitshinweis .....	10
3.2	Vorbereitung.....	10
3.3	Anschluss.....	10
<b>4</b>	<b>Beschreibung der Kommunikation .....</b>	<b>11</b>
4.1	Überblick .....	11
4.2	Ablauf eines Messvorgangs .....	12
4.3	Beschreibung der verschiedenen Messprofile.....	12
4.3.1	Schallkeulencharakteristik .....	13
4.4	Telegrammübersicht.....	14
4.4.1	Telegrammgruppen.....	14
4.4.2	Telegrammstruktur .....	14
4.4.3	Struktur des SYNC-Bytes .....	15
4.4.4	Struktur und Liste der OP-Codes .....	15
4.4.5	Struktur der Datenbytes .....	17
4.4.6	Struktur des CHECK-Bytes .....	18
4.4.7	Fehlerbehandlung und Fehlercodes .....	19
4.4.8	OP-Code Checksummenberechnung 0x00 .....	20
4.4.9	Telegrammbeispiel: Leseanforderung (Request-Message) Messprofil A21	
4.4.10	Telegrammbeispiel: Schreibanforderung (Request-Message) Setze Sensoradresse22	
<b>5</b>	<b>Überblick der Kommunikationsmeldungen (OP-Codes) .....</b>	<b>23</b>

<b>5.1</b>	<b>Messprofile .....</b>	<b>23</b>
5.1.1	OP-Code Lese Temperatur 0xFF .....	23
5.1.2	OP-Code Lese Abstandsmesswert mit Messprofil A 0xFE .....	23
5.1.3	Lese/Schreibe Sensoradresse 0x35 .....	24
5.1.4	Temperaturkompensation /PWM-Ausgang Ein/Aus.....	25
<b>5.2</b>	<b>Sensorsystem.....</b>	<b>25</b>
5.2.1	OP-Code Lese Sensor Hardware /Software Version 0x34.....	25
5.2.2	OP-Code Lese Seriennummer 0x33 .....	26

# 1 Einleitung

## 1.1 Inhalt des Dokuments

Dieses Dokument beinhaltet Informationen, die Sie für den Einsatz Ihres Produkts in den zutreffenden Phasen des Produktlebenszyklus benötigen. Dazu können zählen:

- Produktidentifizierung
- Lieferung, Transport und Lagerung
- Montage und Installation
- Inbetriebnahme und Betrieb
- Instandhaltung und Reparatur
- Störungsbeseitigung
- Demontage
- Entsorgung



---

### Hinweis!

Entnehmen Sie die vollständigen Informationen zum Produkt der weiteren Dokumentation im Internet unter [www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com).

---

Die Dokumentation besteht aus folgenden Teilen:

- vorliegendes Dokument
- Datenblatt

Zusätzlich kann die Dokumentation aus folgenden Teilen bestehen, falls zutreffend:

- EU-Baumusterprüfbescheinigung
- EU-Konformitätserklärung
- Konformitätsbescheinigung
- Zertifikate
- Control Drawings
- Betriebsanleitung
- weitere Dokumente

## 1.2 Zielgruppe, Personal

Die Verantwortung hinsichtlich Planung, Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Demontage liegt beim Anlagenbetreiber.

Nur Fachpersonal darf die Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Demontage des Produkts durchführen. Das Fachpersonal muss die Betriebsanleitung und die weitere Dokumentation gelesen und verstanden haben.

Machen Sie sich vor Verwendung mit dem Gerät vertraut. Lesen Sie das Dokument sorgfältig.

## 1.3 Verwendete Symbole

Dieses Dokument enthält Symbole zur Kennzeichnung von Warnhinweisen und von informativen Hinweisen.

### Warnhinweise

Sie finden Warnhinweise immer dann, wenn von Ihren Handlungen Gefahren ausgehen können. Beachten Sie unbedingt diese Warnhinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden.

Je nach Risikostufe werden die Warnhinweise in absteigender Reihenfolge wie folgt dargestellt:



#### Gefahr!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer unmittelbar drohenden Gefahr.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, drohen Personenschäden bis hin zum Tod.

---



#### Warnung!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer möglichen Störung oder Gefahr.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, können Personenschäden oder schwerste Sachschäden drohen.

---



#### Vorsicht!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer möglichen Störung.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, können das Produkt oder daran angeschlossene Systeme und Anlagen gestört werden oder vollständig ausfallen.

---

### Informative Hinweise



#### Hinweis!

Dieses Symbol macht auf eine wichtige Information aufmerksam.

---



#### Handlungsanweisung

Dieses Symbol markiert eine Handlungsanweisung. Sie werden zu einer Handlung oder Handlungsfolge aufgefordert.

## 1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Ultraschallsensoren der UCC\*\*\*\*-50K-B26-Serie erfassen Objekte mittels Ultraschallimpulsen. Der Sensor emittiert Ultraschall, welcher vom Objekt reflektiert und vom Sensor wieder empfangen wird. Aus der gemessenen Schalllaufzeit wird die Entfernung zum Objekt bestimmt (Puls-Echo-Prinzip). Es können Objekte erkannt werden, die fest, körnig, pulverförmig oder flüssig sind. Die Farbe oder die Oberflächenstruktur der Objekte spielt dabei keine Rolle. Gase können nicht erkannt werden.



#### Hinweis!

Ultraschallsensoren der UCC\*\*\*\*-50K-B26-Serie sind keine Sicherheitsbauteile im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG. Sie dürfen nicht eingesetzt werden, um Gefahren von Personen oder Körperteilen abzuwenden.

---

Betreiben Sie das Gerät ausschließlich wie in dieser Anleitung beschrieben, damit die sichere Funktion des Geräts und der angeschlossenen Systeme gewährleistet sind. Der Schutz von Betriebspersonal und Anlage ist nur gegeben, wenn das Gerät entsprechend seiner bestimmungsgemäßen Verwendung eingesetzt wird.

Die Verantwortung für das Einhalten der örtlich geltenden Sicherheitsbestimmungen liegt beim Betreiber.

Verwenden Sie ausschließlich das empfohlene Originalzubehör.

## 1.5 Allgemeine Sicherheitshinweise

Die Verantwortung hinsichtlich Planung, Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Demontage liegt beim Anlagenbetreiber.

Installation und Inbetriebnahme aller Geräte dürfen nur von Fachpersonal durchgeführt werden.

Das Gerät ist nur für eine sachgerechte und bestimmungsgemäße Verwendung zugelassen. Bei Zuwiderhandlung erlischt jegliche Garantie und Herstellerverantwortung.

Falls schwerwiegende Störungen an dem Gerät auftreten, setzen Sie das Gerät außer Betrieb. Schützen Sie das Gerät gegen versehentliche Inbetriebnahme. Schicken Sie das Gerät gegebenenfalls zur Überprüfung an Pepperl+Fuchs.



---

### Hinweis!

#### Entsorgung

Elektronikschrott ist Sondermüll. Beachten Sie zu dessen Entsorgung die einschlägigen Gesetze im jeweiligen Land sowie die örtlichen Vorschriften.

---

## 1.6 Konformitätserklärung

Dieses Produkt wurde unter Beachtung geltender europäischer Normen und Richtlinien entwickelt und gefertigt.



---

### Hinweis!

Eine Konformitätserklärung kann vom Hersteller angefordert werden.

---

Der Hersteller des Produktes, die Pepperl+Fuchs Gruppe in D-68307 Mannheim, besitzt ein zertifiziertes Qualitätssicherungssystem gemäß ISO 9001.



ISO9001

## 2 Produktbeschreibung

### 2.1 Einsatz und Anwendung

Die Ultraschallsensoren der UCC\*\*\*\*-50GK-B26-Serie erfassen Objekte mittels Ultraschallimpulsen. Der Sensor emittiert Ultraschall, welcher vom Objekt reflektiert und vom Sensor wieder empfangen wird. Aus der gemessenen Schalllaufzeit wird die Entfernung zum Objekt bestimmt (Puls-Echo-Prinzip). Es können Objekte erkannt werden, die fest, körnig, pulverförmig oder flüssig sind. Die Farbe oder die Oberflächenstruktur der Objekte spielt dabei keine Rolle. Gase können nicht erkannt werden.

Die hier beschriebene Serie von Ultraschallsensoren beschränkt sich auf die Ausgabe von Abstandsdaten, die vom Anwender für seine Applikation aufbereitet werden können. Die Modul-Bauform bietet einen Einbau in vorhandene Maschinen- oder Zubehörteile an.

Beispielhaft werden diese Ultraschallsensoren in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt:

- Füllstandsmessung in Abfallbehältern aller Art (z.B. Altpapier, Glascontainer, Bioabfall, Reststoffe)
- Füllstandsmessung in Getreide- und Futtermittelsilos
- Füllstandsmessung bei der Wasser- / Abwasseraufbereitung
- Kollisionsvermeidung an selbstfahrenden Fahrzeugen

### Funktionsweise

Die Ultraschallsensoren der Bauform 50GK werden über eine LIN- oder UART-Schnittstelle angesprochen und geben als Antwort die Entfernung zum Objekt zurück. Für einfache Messaufgaben kann der Sensor aber im PWM-Betrieb auch zyklisch einen Spannungspuls ausgeben, dessen Breite proportional zur Entfernung des Objektes ist.

Die elektrischen Anschlüsse sind über einen 8-poligen Flachstecker zugänglich. Durch Auswahl der Belegung der Anschlüsse lassen sich der Spannungsbereich sowie die Art der Kommunikation auswählen.

Mittels einer Temperaturmessung im Sensor ist der ausgegebene Abstandswert temperaturkompensiert. Im Ruhemodus reduziert sich der Stromverbrauch auf ein Minimum. Der weite Betriebsspannungsbereich ermöglicht den Betrieb auch an einer Batterie.

Im Auslieferungszustand ist der PWM-Modus mit Messprofil "C" (breite Schallkeule) aktiviert. Nach Anlegen der entsprechenden Betriebsspannung gibt der Sensor zyklisch Spannungspulse aus, deren Breite den Abstand zum Objekt widerspiegeln. Soll der Sensor im Kommunikationsmodus LIN oder UART betrieben werden, sind die entsprechenden Anschlüsse zu beschalten. Mit dem Senden des entsprechenden Operation Codes (OP-Codes) wird der Sensor aktiviert. Soll der Sensor wieder in den zyklischen PWM-Modus umgestellt werden, ist im Kommunikationsmodus mit Hilfe des entsprechenden OP-Codes der PWM-Modus zu aktivieren.

In jedem Sensor sind 3 Profile hinterlegt, die im Wesentlichen die charakteristischen Ansprechkurven bestimmen. Die Profile können im LIN- und UART-Betrieb durch den entsprechenden OP-Code für jede Messung aufgerufen werden.

Bei jedem Aufruf ist es möglich den Ultraschallsensor durch Übermittlung entsprechender OP-Codes in seinen Einstellungen an die Applikation anzupassen. Weitergehende Anpassungen können durchaus vorgenommen werden. Bitte sprechen Sie uns dazu an.

### Varianten

Der Ultraschallsensor der Baureihe 50GK wird in zwei unterschiedlichen Reichweiten angeboten:

- 150 mm ... 2500 mm
- 250 mm ... 4000 mm

Der jeweilige Ultraschallwandler ist durch eine Schutzfolie gegen aggressive Medien geschützt. Die Befestigung des Sensors erfolgt über das metrische M50-Gewinde.

## 2.2 Schnittstellen und Anschlüsse

Bei den Ultraschallsensoren der UCC\*\*\*\*-50GK-B26-Serie können Sie durch die Beschaltung der Anschlüsse des Steckverbinders den Spannungsbereich sowie die Art der Kommunikation auswählen.

Sie können zwischen folgenden Kommunikationsmodi für die Übermittlung der Messergebnisse wählen:

- LIN-Betrieb mit Betriebsspannungsbereich 8 ... 18 V DC, typisch 12 V
- UART-Betrieb mit Betriebsspannungsbereich 2,5 ... 5 V DC, typisch 3,3 V
- PWM-Betrieb mit Betriebsspannungsbereich 2,5 ... 5 V DC, typisch 3,3 V



### Hinweis!

Je nach gewünschtem Kommunikationsmodus müssen Sie die entsprechenden Anschlusspins des Steckverbinders mit der erforderlichen Betriebsspannung versorgen und die zugehörigen Pins für die Kommunikation mit der Steuerungsebene verbinden.

Im UART- und PWM-Betrieb können Sie über Pin 4 "Standby" den Sensor in den Ruhemodus versetzen. Dazu wird Pin 4 mit GND verbunden. Hierbei reduziert sich die Leistungsaufnahme des Sensors auf ein Minimum.

Ein "x" in den Tabellen kennzeichnet, dass der Pin für den jeweiligen Kommunikationsmodus angeschlossen werden muss.

### UART-Betrieb

Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7	Pin 8
UB1	UB2	GND	Standby	LIN	RX	TX	PWM
x		x	optional		x	x	

Tabelle 2.1

### Lin-Betrieb

Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7	Pin 8
UB1	UB2	GND	Standby	LIN	RX	TX	PWM
	x	x		x	mit GND verbinden		

Tabelle 2.2

### PWM-Betrieb

Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7	Pin 8
UB1	UB2	GND	Standby	LIN	RX	TX	PWM
x		x	optional				x

Tabelle 2.3

## 3 Installation

### 3.1 Sicherheitshinweis



---

#### Vorsicht!

Kurzschlussgefahr

Beschädigungen des Gerätes können bei Arbeiten unter Spannung auftreten.

- Trennen Sie vor Arbeiten am Gerät immer zuerst die Versorgungsspannung.
  - Schließen Sie das Gerät erst nach Abschluss aller Arbeiten an die Versorgungsspannung an.
- 

### 3.2 Vorbereitung



#### Gerät auspacken

1. Prüfen Sie Verpackung und Inhalt auf Beschädigung.  
↳ Benachrichtigen Sie bei Beschädigung den Spediteur und verständigen Sie den Lieferanten.
2. Prüfen Sie den Lieferumfang anhand Ihrer Bestellung und der Lieferpapiere auf Vollständigkeit und Richtigkeit.  
↳ Bei auftretenden Fragen wenden Sie sich an Pepperl+Fuchs.
3. Bewahren Sie die Originalverpackung für den Fall auf, dass das Gerät zu einem späteren Zeitpunkt eingelagert oder verschickt werden soll.

### 3.3 Anschluss



Um den Sensor mit Spannung zu versorgen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Stecken Sie das vorbereitete Anschlusskabel in den vorgesehenen Kabelstecker an der Rückseite des Sensors. Über die entsprechende Anschlussbelegung werden, wie im Kapitel "Schnittstellen und Anschlüsse" beschrieben, die Betriebsart und der Betriebsspannungsbereich gewählt.
2. Schließen Sie nun die Versorgungsspannung an die dafür vorgesehenen Kabel an und schalte Sie sie ein.  
↳ Der Sensor ist nun betriebsbereit.

## 4 Beschreibung der Kommunikation

### 4.1 Überblick

Die Kommunikation des Sensors erfolgt auf Basis des physikalischen LIN-Bus-Interface über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung oder Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung. Der Sensor arbeitet als "Slave".

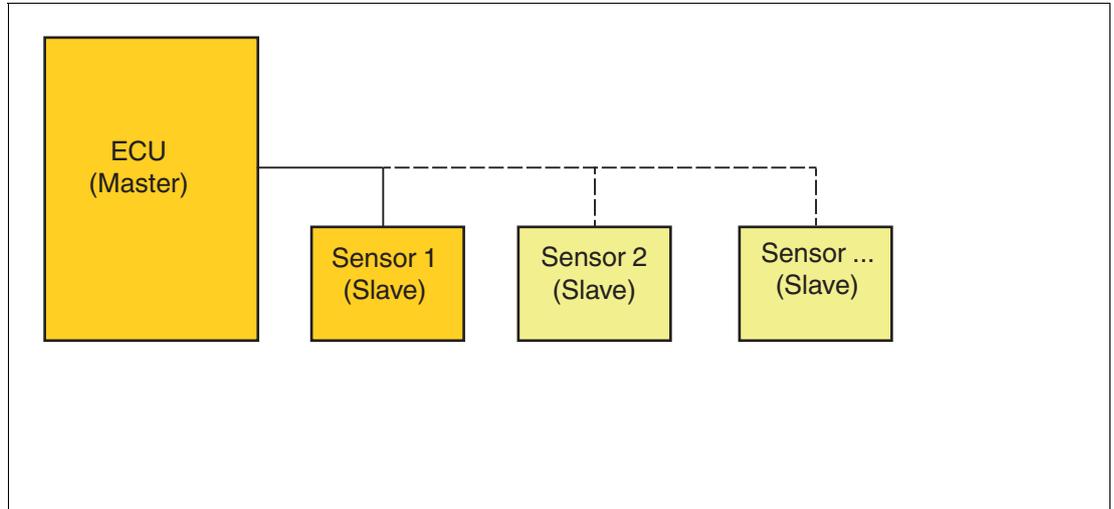


Abbildung 4.1

Kommunikation	
Übertragungsrate	19,2 kBit/s
Bitcodierung	Kompatibel mit LIN-Standard
Bitformat	UART Bitstrom mit 1 Startbit, 8 Datenbits, 1 Stoppbit

Tabelle 4.1

### Master-Slave Prinzip

Während des Kommunikationsprozesses übernimmt der externe Controller die Masterrolle. Der Sensor ist in dieser Kommunikation immer der Slave. Eine Rollenkehr erfolgt niemals, auch nicht in Ausnahmesituationen wie Start oder Fehlerbehebung.

Der Master steuert die gesamte Kommunikationsstruktur über ein Telegramm, das er an den Slave sendet.

### Der Kommunikationsprozess

Die Kommunikation basiert auf dem Polling-Prinzip. Der Master sendet ein komplettes Telegramm an den Sensor (Slave) und wartet dann auf dessen Antwort.

### Kommunikationsfehler

Kommunikationsfehler werden explizit vom Slave an den Master über Fehlernachrichten gemeldet oder vom Master implizit erkannt (Timeout, Checksumme). Die Antwort liegt in der alleinigen Verantwortung des Masters und ist anwendungsabhängig.

## 4.2 Ablauf eines Messvorgangs

Der Ablauf eines Messzyklus besteht prinzipiell aus 3 Phasen:

- Kommunikation Master mit Sensor (Request)
- Messzyklus
- Kommunikation Sensor (Slave) mit Master (Response)

Je nach gemessenem Profil variiert die Zeit zwischen Request- und Response-Meldung stark. Die Timeout-Perioden sind in den einzelnen Messprofilen detailliert beschrieben.

### Ende eines Messvorgangs

Die Messung stoppt nach der eingestellten Echo-Erkennungszeit. Anschließend wertet der Sensor die Echos aus (Filterung) und gibt das Ergebnis als Messwert zurück.

### Echoauswertung

Der Sensor gibt den Abstand zum reflektierenden Objekt aus. Störungen und Echos mit zu geringer Amplitude werden unterdrückt.

Bei der Ausgabe des Messwerts wird zwischen zwei Modi unterschieden.

#### Modus serielle Kommunikation (LIN, UART)

- Wenn ein Objekt innerhalb des Erfassungsbereichs detektiert wird, ist der Ausgabewert der gemessene Abstand.
  - UCC2500: Ausgabedaten = Abstand in cm
  - UCC4000: Ausgabedaten x 1,6 = Abstand in cm
- Wenn kein Objekt detektiert wurde, ist der Ausgabewert 0x00.
- Wenn ein Objekt in der Blindzone erkannt wird, ist der Ausgabewert 0x01.
  - Blindzone UCC2500: 0 ... 150 mm
  - Blindzone UCC4000: 0 ... 250 mm
- Wenn sich ein Objekt außerhalb des maximalen Erfassungsbereichs befindet, ist der Ausgabewert 0xFF. Dies ist für UCC2500 > 2,5 m und für UCC4000 > 4 m.
  - UCC2500: Erfassungsbereich 150 ... 2500 mm
  - UCC4000: Erfassungsbereich 250 ... 4000 mm

#### Modus PWM

- Wenn ein Objekt innerhalb des Erfassungsbereichs detektiert wird, entspricht die Impulsbreite der Distanz in mm ( $1\mu\text{s} = 1\text{ mm}$ ).
- Wenn ein Objekt in der Blindzone erkannt wird, ist die Pulsbreite 100  $\mu\text{s}$  bei beiden Sensorvarianten.
- Wenn kein Objekt erkannt wird oder das Objekt sich außerhalb des maximalen Erfassungsbereichs befindet, ist die Pulsbreite für UCC2500 gleich 5 ms und für UCC4000 gleich 8 ms.

## 4.3 Beschreibung der verschiedenen Messprofile

Der Sensor gibt den Objektabstand normiert auf 8 Bit aus. Außerdem gibt er ein CHECK-Byte aus, das das Erkennungsbit (ACK) und die Checksumme der Antwort enthält.

Je nach Sensorvariante gilt:

- UCC2500: Ausgabedaten = Abstand in cm
- UCC4000: Ausgabedaten x 1,6 = Abstand in cm

Der Anwender kann zwischen 3 Messprofilen A, B, C mit unterschiedlicher Empfindlichkeit (Schallkeulencharakteristik) wählen.

### 4.3.1 Schallkeulencharakteristik

Nachfolgend sind die auswählbaren Schallkeulenbreiten bei ebener Platte und bei Rundstab als Reflektoren in Diagrammen dargestellt.

#### UCC2500

Messprofile A bis C jeweils für ebene Platte und Rundstab.

- Messprofil A: schmale Schallkeule
- Messprofil B: mittlere Schallkeule
- Messprofil C: breite Schallkeule (Voreinstellung im PWM-Modus)

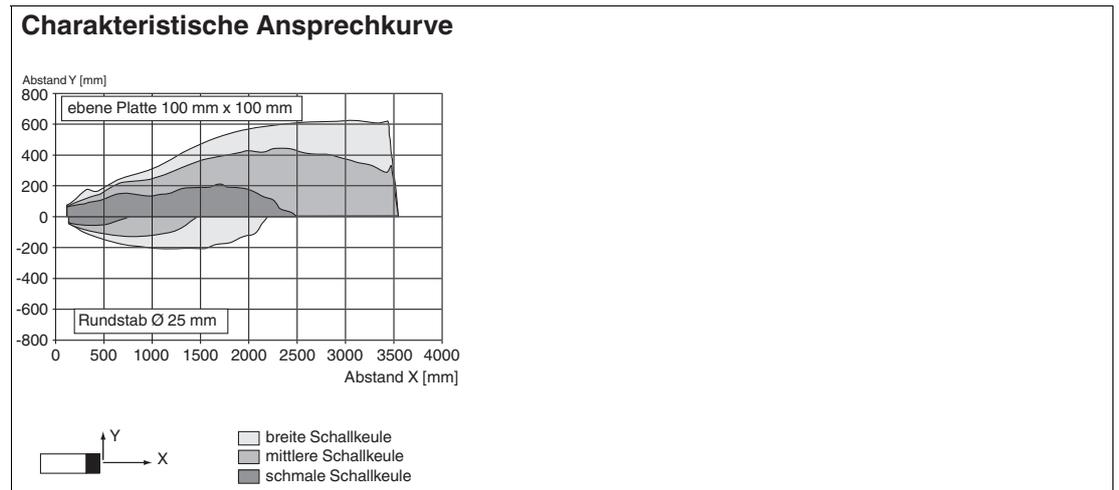


Abbildung 4.2

#### UCC4000

Messprofile A bis C jeweils für ebene Platte und Rundstab.

- Messprofil A: schmale Schallkeule
- Messprofil B: mittlere Schallkeule
- Messprofil C: breite Schallkeule (Voreinstellung im PWM-Modus)

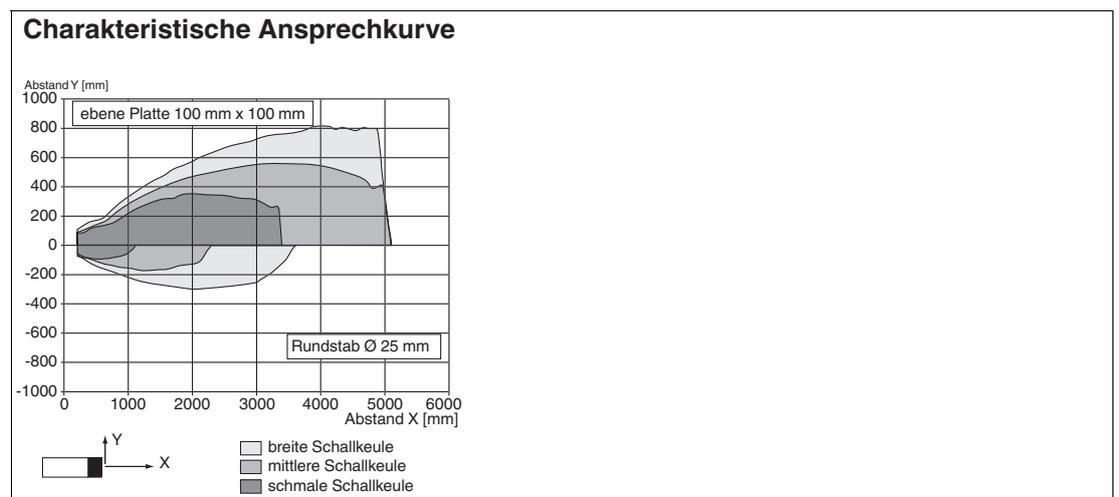


Abbildung 4.3



**Hinweis!**

Aus der Ansprechkurve lässt sich ablesen, in welchem Bereich die sichere Erkennung eines bestimmten Objektes möglich ist.

Die Ansprechkurve ist hauptsächlich von den Reflexionseigenschaften des Objekts abhängig. Objekte mit großer Oberfläche und optimaler Ausrichtung (große Schallkeule) werden besser erkannt als kleine, runde oder schlecht reflektierende Objekte (kleine Schallkeule).

In den Datenblättern von Pepperl+Fuchs werden daher Schallkeulendiagramme für verschiedene Objekte angegeben, z. B. Normmessplatte im Format 100 x 100 mm oder Rundstab mit 25 mm Durchmesser.

## 4.4 Telegrammübersicht

### 4.4.1 Telegrammgruppen

Das Interface definiert die Kommunikationsstruktur so, dass unmittelbar auf jede Anforderungsmeldung "Request-Message" eine Antwortmeldung "Response-Message" folgt. Dies kann eine positive oder negative Antwort auf die Anfrage sein. Die Meldungen sind wie folgt gruppiert:

- "Read Requests" haben 4 Bytes
- Positive Antworten auf "Read Requests" haben unterschiedliche Längen (z. B. die Sensor-ID)
- Negative Antworten auf "Read Requests" haben 2 Bytes
- "Write Requests" haben unterschiedliche Längen ( z. B. Parameter)
- Positive Antworten auf "Write Requests" haben 2 Byte
- Negative Antworten auf "Write Requests" haben 2 Byte

Der jeweilige Telegrammrahmen wird durch eine Lücke von 2 Byte Länge auf der Übertragungstrecke erkannt. Multi-Byte-Telegramme werden durch einen Timeout mit einer Länge von zwei Byte beendet.

### 4.4.2 Telegrammstruktur

Die Master-Sensor Kommunikation besteht aus einer Anforderungsmeldung "Request Message" vom Master an den Sensor und einer Antwortmeldung "Response Message" vom Sensor an den Master. Die beiden Meldungstypen haben gewöhnlich die nachfolgend beschriebene Telegrammstruktur.

#### Anforderungsmeldung "Request-Message"

Die Anforderungsmeldung "Request-Message" hat folgende Bestandteile:

- Das 1. Byte jeder Request-Message ist das SYNC-Byte
  - 4 Synchronisationsbits
  - 1 Lese-/Schreibbit
  - 3 Bit für die Sensoradresse
- Das 2. Byte jeder Request-Message enthält den Operation Code (OP-Code).
- Im 3. Byte jeder Request-Message sind die Nutzerdaten enthalten.
- Das 4. und letzte Byte jeder Lese-/Schreib-Request-Message enthält das CHECK-Byte.

1. Byte		2. Byte		3. Byte		4. (letztes) Byte
SYNC-Byte		OP-Code		Daten		CHECK-Byte

Tabelle 4.2 Typische Telegrammstruktur für eine "Request Message"

### Antwortmeldungen "Response Message"

Die Antwortmeldung "Response Message" ist gewöhnlich 2 Bytes lang und ist typischerweise folgendermaßen strukturiert:

- Das 1. Byte enthält die Daten z. B. den Messwert.
- Das 2. Byte ist das CHECK-Byte bestehend aus Error-Flag und Checksumme (Pflichtwert).

1. (...n.) Byte		2. (letztes) Byte
Daten (meist 1 Byte, manchmal n Bytes)		CHECK-Byte

Tabelle 4.3 Typische Telegrammstruktur für eine "Reponse Message"

- n Byte Antwortdaten

In einigen Fällen werden mehr als 1 Byte Nutzerdaten übertragen, wie z. B. die Angabe der Hardware- und Softwareversion des Sensors. In diesem Fall ist das letzte Byte das CHECK-Byte.

In der aktuellen Implementierung stehen Datenstrings mit einer Länge von 2 bis 19 Bytes zur Verfügung.



#### Hinweis!

Bei Nutzung des OP-Codes "Checksummenberechnung 0x00" wird von dieser Telegrammstruktur abgewichen (Siehe Kapitel 4.4.8).

#### 4.4.3

### Struktur des SYNC-Bytes

Bit 7 ... 4	Bit 3	Bit 2 ... 0
0xA	1/0	0x..
SYNC-Sequenz	R/W	Sensor Address

Bit 7 ... 4

- SYNC-Sequenz 0xA ist verpflichtend

Bit 3:

- Read/Write - Flag, Read (R) = 1, Write (W) = 0

Bit 2 ... 0:

- Sensoradresse - Die werkseitige Standardadresse ist 0x7
- Mögliche Werte: 1 ... 7

#### 4.4.4

### Struktur und Liste der OP-Codes

#### Operation Codes (OP-Codes)

Die Operation Codes (OP-Codes) können wie folgt gruppiert werden:

- Messprofile: Meldungen zum Start der Ultraschallmessung mit verschiedenen Parametern
- Sensorsystem: Meldungen für Sensorfunktionalität (Reset auf Werkseinstellungen)
- Produktion: Meldung nur in der Produktion genutzt
- Parameter: Meldungen, die nur für den Parameterzugriff im benutzerdefinierten Messprofil genutzt werden

### Liste der Operation Codes (OP-Codes)

#### Sendebytes des Masters

OP-Objekt ID	SYNC Bit 7 ...4	R/W Bit 3	ADR Bit 2..0	OP-Code	Data 1 Byte	Checkbyte	Beschreibung
<b>Messprofil</b>							
Temperature	0xA	R	...	0xFF	Anzahl der Messzyklen	ja	Fordert Temperaturmessung an
Profile_A	0xA	R	...	0xFE	Anzahl der Messzyklen	ja	Fordert Abstandsmessung an
Profile_B	0xA	R	...	0xFD	Anzahl der Messzyklen	ja	Fordert Abstandsmessung an
Profile_C	0xA	R	...	0xFC	Anzahl der Messzyklen	ja	Fordert Abstandsmessung an
<b>Sensorsystem</b>							
FACTORY_Reset	0xA	W	...	0x36	0x55	ja	Werkseinstellungen setzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensoradresse = 0x7</li> <li>• Temperaturkompensation = ein</li> <li>• PWM-Ausgang = ein</li> </ul>
Sensor_Address	0xA	R/W	...	0x35	Lesen: 0xFF Schreiben: Sensoradresse	ja	Lese/Setze Sensoradresse
Get_Sensor_AddressCast	0xA	R	0	0x00	0x00	0x43	Lese Sensoradresse, wenn unbekannt
HW_FW_Version	0xA	R	...	0x34	0xFF	ja	Lese Sensor Hardware- und Softwareversion
Get_Serial_Nr	0xA	R	...	0x33	0xFF	ja	Lese Seriennummer
Get Sensor Dokument Nr	0xA	R	...	0x32	0xFF	ja	Lese Sensordokument-Nr.
Temp Comp	0xA	W	...	0x0A	Ein = 0xFF Aus = 0x00	ja	Temperaturkompensation Ein/Aus
PWM Output	0xA	W	...	0x0A	Ein = 0xFE Aus = 0x01	ja	PWM Ausgang Ein/Aus
CRC_CALC	0xA	W	0	0x00	Spezialfall: n Byte Daten(Befehl ohne CHECK-Byte)	no	Anforderung zu Checksummenberechnung: Auftrag an den Sensor kalkuliere CHECK-Byte für n Byte Daten.

Tabelle 4.4

Anzahl der Messzyklen: 0xFE = 1 Messzyklus, 0xFD = 2 Messzyklen, ... 0x00 = 254 Messzyklen, 0xFF = ungültiger Wert

Sensoradresse: Mögliche Werte 1 ... 7, Werkseinstellung: 0x7

**Antwortbytes vom Sensor**

OP-Objekt ID	OP-Code 1 Byte	Daten		Checkbyte	
		n Bytes	Beschreibung	ACK Bit 7	Bit 5 ...0 Checksumme
<b>Messprofil</b>					
Temperature	0xFF	1	Temperatur [°C]	1	ja
Profile_A	0xFE	1	Daten = Entfernung [Bit]	1	ja
Profile_B	0xFD	1	Daten = Entfernung [Bit]	1	ja
Profile_C	0xFC	1	Daten = Entfernung [Bit]	1	ja
<b>Sensorsystem</b>					
FACTORY_Reset	0x36	1	0xFF Übertragung erfolgreich	0	ja
Sensor_Address	0x35	1	Sensoradresse (1...7)	1	ja
Get_Sensor_AddressCast	0x00	1	Sensoradresse (1...7)	1	ja
HW_FW_Version	0x34	17	ASCII-Code: z. B. HW:V0.1 SW: TV1.0	1	ja
Get_Serial_Nr	0x33	14	ASCII-Code: 14-stellige Seriennr.	1	ja
Get Sensor Dokument Nr	0x32	7	ASCII-Code: 7-stellige Dokumentnr.	1	ja
Temp Comp	0x0A	1	Ein: 0xFF/Aus 0x00	1	ja
PWM Output	0x0A	1	Ein: 0xFE/Aus 0x01	1	ja
CRC_CALC	0x00	1	Berechnete Checksumme für angeforderten Befehl	nicht vorhanden	

Tabelle 4.5

### 4.4.5 Struktur der Datenbytes

Die Anzahl der Datenbytes kann aufgabenabhängig unterschiedlich sein (Siehe Kapitel 4.4.4, Liste der Operation Codes).

Typische Datenbyteinhalte im Betrieb sind z. B.:

- Bei der Leseanforderung des Masters (Request-Message) an den Sensor zu einem Messprofil beinhaltet 1 Datenbyte die Anzahl der Messzyklen, die der Sensor für die Abstandsmessung verarbeiten soll.
- Der Sensor übermittelt dem Master mit 1 Datenbyte den Abstandsmesswert zum Objekt.
- Bei einer Leseanforderung des Masters an den Sensor zur Seriennummer oder zur Hardware- und Softwareversion kann die Antwort bis zu 17 Datenbytes betragen.

### 4.4.6 Struktur des CHECK-Bytes

Bit 7	Bit 6	Bit 5 ... 0
0	1	0x..
ACK/NACK	verpflichtend	Checksumme

Bit 7 ist bei Request-Message immer 0.

Bei Response Message ist Bit 7

- = 1 >> ACK (fehlerfreie Übertragung/Messung)
- = 0 >> NACK (Fehler bei Übertragung/Messung)  
(Siehe Kapitel 4.4.7, Fehlercode-Tabelle)

Bit 6 = 1 >> verpflichtend

Bit 5 ... 0 >> Checksumme

### Berechnung der Telegramm-Checksumme

Die Telegramm-Checksumme bietet Datenintegritätsschutz für die Datenübertragung zwischen Master und Sensor. Dabei werden Blocksignale verwendet. Alle Bytes eines Telegramms werden bitweise verodert (XORed). Das resultierende Checksummen-Byte wird von 8 Bit auf 6 Bit komprimiert, gemäß der weiter unten folgenden Umrechnungsformel, und dem CHECK Byte des Senders hinzugefügt. Der Empfänger kehrt den Vorgang um. Für die Checksummenberechnung wird ein Startwert von 0x52 verwendet. Dieser Startwert wird mit dem 1. Byte für das verodern verwendet (XORing).

Komprimierung von 8 Bit auf 6 Bit wie folgt:

$$D5_6 = D7_8 \text{ xor } D5_8 \text{ xor } D3_8 \text{ xor } D1_8$$

$$D4_6 = D6_8 \text{ xor } D4_8 \text{ xor } D2_8 \text{ xor } D0_8$$

$$D3_6 = D7_8 \text{ xor } D6_8$$

$$D2_6 = D5_8 \text{ xor } D4_8$$

$$D1_6 = D3_8 \text{ xor } D2_8$$

$$D0_6 = D1_8 \text{ xor } D0_8$$



#### Hinweis!

Bei der Berechnung der Checksumme im Antworttelegramm des Sensors muss Bit 7 des Checkbytes in die Checksumme mit eingerechnet werden. Nach der Berechnung der Checksumme muss Bit 6 gesetzt werden.

Berechnungsbeispiel der Antwort-Checksumme	
Sensorantwort	0x23D1
0xD1 binär	1101 0001
Bit 7 als Auszug aus der Checksumme	1000 0000 => 0x80
Berechnung der Checksumme	0x52 xor 0x23 xor 0x80 => 0xF1
0xF1 binär	1111 0001
6 Bit Checksumme	0001 0001
Bit 6 auf 1 setzen (verpflichtend)	0101 0001
Bit 7 auf seinen Originalwert setzen	1101 0001 => 0xD1

Tabelle 4.6



**Hinweis!**

Für eine Request-Message z. B. "PWM Ausgang deaktivieren" können Sie alternativ zu dieser Berechnung die Checksummenberechnung über den OP Code 0x00 (CRC\_CALC) vom Sensor selbst durchführen lassen. Siehe Kapitel 4.4.8 zu Details.

**4.4.7 Fehlerbehandlung und Fehlercodes**

Über Bit 7 im CHECK-Byte teilt der Sensor dem Master mit, ob die Antwort fehlerfrei (ACK) ist oder einen Fehler enthält (NACK).

Eine fehlerfreie Messung/Übertragung wird mit Bit 7 = 1 (ACK) gekennzeichnet.

Bei einem Fehler setzt der Sensor Bit 7 = 0 (NACK) und übermittelt im Datenbyte einen entsprechenden Fehlercode.

Die nachfolgende Tabelle enthält die möglichen Fehlercodes.

**Fehlercodes**

Code	Beschreibung
0xFF	Antwort OK/kein Fehler
0x1	Checksummenfehler
0x2	Telegramm Timeout
0x3	Telegramm Unterlauf
0x4	Telegramm Überlauf
0x5	Parameterfehler
0x6	Sitzungsfehler
0x7	Übertragungsfehler
0x8	EEPROM-Fehler
0x9	OP-Code-Fehler
0xA	OP-Objekt ist nur lesbar
0xB	Temperaturfehler

Tabelle 4.7

#### 4.4.8 OP-Code Checksummenberechnung 0x00

OP-Object ID: CLC\_CALC = 0x00

Mit der Checksummenberechnung kann sich der Master für eine Request-Message, die er an den Sensor senden möchte, vorab vom Sensor das CHECK-Byte berechnen lassen, anstatt diese Berechnung selbst auszuführen. Nach der Übermittlung des CHECK-Bytes durch den Sensor muss der Master dann eine vollständige Anforderungsmeldung "Request-Message" an den Sensor schicken und kann dazu das berechnete CHECK-Byte verwenden.

Die Telegrammstruktur in der Kommunikation beinhaltet bei diesem OP-Code kein CHECK-Byte.

Beispiel: Checksummenberechnung für "PWM Ausgang deaktivieren"

##### Master >> Sensor

Der Sensor soll für die zukünftige Request Message "0xA7 (SYNC), 0x0A (OP-Code), 0x01 (PWM aus)" die Checksumme berechnen.

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbytes		CHECK-Byte
0xA0		0x00		0xA7 0x0A 0x01		nicht vorhanden

##### Sensor >> Master

Der Sensor übermittelt das CHECK-Byte für die Daten "0xA7 0x0A 0x01"

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x51		nicht vorhanden

##### Kompletten Befehl "PWM Ausgang deaktivieren"

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbytes		CHECK-Byte
0xA7		0x0A		0x01		0x51

#### 4.4.9 Telegrammbeispiel: Leseanforderung (Request-Message) Messprofil A

Eine Leseanforderung (read request) vom Master an den Sensor ist folgendermaßen aufgebaut:

##### A) Der Master sendet eine Request-Message an den Sensor

Inhalt der Leseanforderung ist: Messprofil A, 1 Messzyklus, Sensoradresse 7

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbyte		CHECK-Byte
0xAF		0xFE		0xFE		0x61

##### B1) Entweder: Übertragung erfolgreich

Bei erfolgreicher Übertragung sendet der Sensor eine Response-Message mit der gemessenen Entfernung an den Master zurück. Im Beispiel meldet der Sensor den Objektabstand "0x7A"

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x7A (Objektdaten)		0xFE.

Objektdaten = Objektabstand

0x7A = 122 dezimal

- UCC2500 Objektdaten = 122 cm
- UCC4000 Objektdaten x 1,6 = 195 cm

Bei mehr als einem Messzyklus sind die Objektdaten ein Mittelwert aller Messzyklen.

Als Kennzeichen für eine erfolgreiche Messung/Übertragung ist das Bit 7 im CHECK-Byte = 1 >> ACK

##### B2) Oder: Übertragung nicht erfolgreich

Bei fehlerhafter Übertragung sendet der Sensor eine Response-Message mit dem Fehlercode zurück.

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x... (Fehlercode)		0x...

Als Kennzeichen für eine fehlerhafte Messung/Übertragung ist das Bit 7 im CHECK-Byte = 0 >> NACK und der Fehlercode nach Fehlercodetabelle im Datenbyte hinterlegt (Siehe Kapitel 4.4.7).

#### 4.4.10 Telegrammbeispiel: Schreib Anforderung (Request-Message) Setze Sensoradresse

Eine Schreib Anforderung (write request), um die Sensoradresse zu setzen, ist folgendermaßen aufgebaut:

##### A) Der Master sendet eine Request-Message an den Sensor

Inhalt der Schreib Anforderung ist: Ändere Sensoradresse auf 0x01.

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbyte		CHECK-Byte
0xA7		0x35		0x01		0x61

##### B1) Entweder: Übertragung erfolgreich

Bei erfolgreicher Übertragung sendet der Sensor eine Response-Message mit der neuen Sensoradresse an den Master zurück.

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x01		0x04

##### B2) Oder: Übertragung nicht erfolgreich

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x... (Fehlercode)		0x...

Als Kennzeichen für eine fehlerhafte Adressänderung/Übertragung ist das Bit 7 im CHECK-Byte = 0 >> NACK und der Fehlercode nach Fehlercodetabelle im Datenbyte hinterlegt (Siehe Kapitel 4.4.7).

## 5 Überblick der Kommunikationsmeldungen (OP-Codes)

Die Kommunikationsmeldungen sind in folgende Gruppen unterteilt:

- Messprofile: Meldungen zum Start eines Messprofils
- Sensorsystem: Meldungen als Sensorinformation (z. B. FW-Version)

Die Klassifikation dient zum besseren Überblick über verschiedenen Meldungen. Sie hat sonst keinen technischen Hintergrund.

In den nachfolgenden Abschnitten sind die Request- und Response-Meldungen immer für den positiven Fall der fehlerfreien Kommunikation beschrieben. Die gesamte Fehlerkommunikation wird auf die gleiche Weise behandelt. ( Siehe Kapitel 4.4.9, Telegrammbeispiel.)

### 5.1 Messprofile

Die Messprofile in dieser Gruppe sind für den Start einer Messung durch den Master.

#### 5.1.1 OP-Code Lese Temperatur 0xFF

OP-Object ID: Temperature = 0xFF

##### 4 Bytes Master >> Sensor

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbyte		CHECK-Byte
0xA...		0xFF		0xFF		0x...

Datenbyte: egal (0xFF wird wegen geringster Stromaufnahme empfohlen)

##### 2 Bytes Sensor >> Master

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x...		0x...

Datenbyte[vorzeichenbehafteter Integer]= Temperatur [°C]

#### 5.1.2 OP-Code Lese Abstandsmesswert mit Messprofil A 0xFE

OP-Object ID: Profile\_A = 0xFE

##### 4 Bytes Master >> Sensor

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbyte		CHECK-Byte
0xA..		0xFE		0x...		0x...

Datenbyte: enthält die Anzahl der auszuführenden Messzyklen (0xFE = 1 Messzyklus, 0xFD = 2 Messzyklen, ... 0x00 = 254 Messzyklen. 0xFF = ungültiger Wert)

##### 2 Bytes Sensor >> Master

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x...		0x...

Datenbyte = Distanz [Bit]

Wenn mehr als 1 Messzyklus ausgeführt wird, sind die Ausgabedaten ein Mittelwert aller Messzyklen.

### 5.1.3 Lese/Schreibe Sensoradresse 0x35

OP-Object ID: Sensor\_Address = 0x35

#### Lese Sensoradresse

Bei einem angeschlossenen Sensor, wird mit diesem Kommando die Übermittlung der Sensoradresse an den Master angefordert.

Wenn mehr als 1 Sensor angeschlossen ist, kann der Master über dieses Kommando überprüfen, ob alle Sensoren korrekt antworten.

##### 4 Bytes Master >> Sensor

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbyte		CHECK-Byte
0xA...		0x35		0xFF		0x...

Datenbyte: egal (0xFF wird wegen geringster Stromaufnahme empfohlen)

##### 2 Bytes Sensor >> Master

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x...		0x...

#### Schreibe Sensoradresse

##### 4 Bytes Master >> Sensor

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbyte		CHECK-Byte
0xA...		0x35		0x...		0x...

Datenbyte = neue Sensoradresse

##### 2 Bytes Sensor >> Master

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x...		0x...

Daten = neue Sensoradresse

#### Lese Sensoradresse mit dem Cast-Kommando

Wenn die Geräteadresse des Sensors unbekannt ist, können Sie diese über ein Cast-Kommando auslesen. Die Geräteadresse dieses Kommandos ist 0.

In diesem Fall darf nur 1 Sensor angeschlossen sein

##### 4 Bytes Master >> Sensor

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbyte		CHECK-Byte
0xA8		0x00		0x00		0x...

##### 2 Bytes Sensor >> Master

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x...		0x...

Daten = neue Sensoradresse

### 5.1.4 Temperaturkompensation /PWM-Ausgang Ein/Aus

OP-Object ID: Temp Comp/PWM Output = 0x0A

#### 4 Bytes Master >> Sensor

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbyte		CHECK-Byte
0xA..		0x0A		0x...		0x...

Daten:

0xFF = Temperaturkompensation Ein

0x00 = Temperaturkompensation Aus

0xFE = PWM-Ausgang Ein

0x01 = PWM-Ausgang Aus

#### 2 Bytes Sensor >> Master

1 Datenbyte		CHECK-Byte
0x...		0x...

Als Datenbyte wird der zuvor vom Master geschriebene Wert für den Befehl z. B. 0x01 zurückgemeldet.

## 5.2 Sensorsystem

Die Nachrichten der nachfolgenden Gruppe sind erforderlich, um Sensor- Serviceinformation auszulesen.

### 5.2.1 OP-Code Lese Sensor Hardware /Software Version 0x34

OP-Object ID: HW\_FW\_Version = 0x34

#### 4 Bytes Master >> Sensor

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbyte		CHECK-Byte
0xA....		0x34		0xFF		0x...

Datenbyte: Der Inhalt der Daten ist nicht relevant, aber die Übertragung von irgendwelchen Daten ist obligatorisch. Irgendein Wert von 0x00 bis 0xFF ist erlaubt. Wir empfehlen als Wert 0xFF, da hier der Stromverbrauch minimal ist.

#### 19 Bytes Sensor >> Master

1 ... 18 Datenbytes		CHECK-Byte
0x...		0x...

Datenbytes = Die Zeichen für die Version werden im ASCII-Format übertragen. Der String wird durch einen Nullwert '\0' abgeschlossen.

#### Beispiel für Hardware Version V0.1 und Software V1.0

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Hex	48	57	3A	56	30	2E	31	20	53	57	3A	56	31	2E	30	30	30	00	Checksumme
ASCII	H	W	:	V	0	.	1		S	W	:	V	1	.	0	0	0	0	..

Zum Beispiel: 'H', 'W', ':', 'V', '0', '.', '1', ' ', 'S', 'W', ':', 'V', '1', '.', '0', '0', '0', '\0'

### 5.2.2 OP-Code Lese Seriennummer 0x33

OP-Object ID: Serial\_Nr = 0x33

#### 4 Bytes Master >> Sensor

SYNC-Byte		OP-Code		Datenbyte		CHECK-Byte
0xA....		0x33		0xFF		0x...

#### 15 Bytes Sensor >> Master

1 ... 14 Datenbytes		CHECK-Byte
0x...		0x...

Datenbytes = Die Zeichen für die Seriennummer werden im ASCII-Format übertragen. Der String wird durch einen Nullwert '\0' abgeschlossen.

#### Beispiel für Seriennummer 400000 1690001

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Hex	34	30	30	30	30	30	31	36	39	30	30	30	30	31	Checksumme
ASCII	4	0	0	0	0	0	1	6	9	0	0	0	0	1	..

Zum Beispiel: '4', '0', '0', '0', '0', '0', '1', '6', '9', '0', '0', '0', '0', '1', '\0'

# Your automation, our passion.

## Explosionsschutz

- Eigensichere Barrieren
- Signaltrenner
- Feldbusinfrastruktur FieldConnex®
- Remote-I/O-Systeme
- Elektrisches Ex-Equipment
- Überdruckkapselungssysteme
- Bedien- und Beobachtungssysteme
- Mobile Computing und Kommunikation
- HART Interface Solutions
- Überspannungsschutz
- Wireless Solutions
- Füllstandsmesstechnik

## Industrielle Sensoren

- Näherungsschalter
- Optoelektronische Sensoren
- Bildverarbeitung
- Ultraschallsensoren
- Drehgeber
- Positioniersysteme
- Neigungs- und Beschleunigungssensoren
- Feldbusmodule
- AS-Interface
- Identifikationssysteme
- Anzeigen und Signalverarbeitung
- Connectivity

### Pepperl+Fuchs Qualität

Informieren Sie sich über unsere Qualitätspolitik:

[www.pepperl-fuchs.com/qualitaet](http://www.pepperl-fuchs.com/qualitaet)

