



# Handbuch

## GEMAC Motus<sup>®</sup> IB

Version: 1.2

Datum: 06.07.2021



IB6MZ360-C  
IB6MZ360-J  
IB6MZ360-O

GEMAC Chemnitz GmbH  
Zwickauer Straße 227  
09116 Chemnitz  
Germany

Telefon: +49 371 3377-0  
Telefax: +49 371 3377-272  
E-Mail: [info@gemac-chemnitz.de](mailto:info@gemac-chemnitz.de)  
Web: [www.gemac-chemnitz.com](http://www.gemac-chemnitz.com)



## Revisionsübersicht

Datum	Revision	Änderung(en)
17.02.2021	1.0	erste Version
05.07.2021	1.1	CANopen Emergency Error Codes aktualisiert
06.07.2021	1.2	Einsatzgebiete "Solarthermie" und "Photovoltaik" ersatzlos gestrichen

© Copyright 2021 GEMAC Chemnitz GmbH

Unangekündigte Änderungen vorbehalten.

Wir arbeiten ständig an der Weiterentwicklung unserer Produkte. Änderungen des Lieferumfangs in Form, Ausstattung und Technik behalten wir uns vor. Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen dieser Dokumentation können keine Ansprüche abgeleitet werden. Jegliche Vervielfältigung, Weiterverarbeitung und Übersetzung dieses Dokumentes sowie Auszüge daraus bedürfen der schriftlichen Genehmigung durch die GEMAC Chemnitz GmbH. Alle Rechte nach dem Gesetz über das Urheberrecht bleiben der GEMAC Chemnitz GmbH ausdrücklich vorbehalten.

### Hinweis:

Zur Verwendung des Sensors und zum Verständnis dieses Handbuchs sind allgemeine Kenntnisse über das Feldbussystem CAN-Bus, CANopen bzw. SAE J1939 notwendig.

# Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitshinweise.....	1
1.1	Eingangskontrolle.....	1
1.2	Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	1
1.3	Bestimmungswidriger Gebrauch.....	1
1.4	Anforderungen an die Qualifikation des Personals.....	1
2	Übersicht.....	2
2.1	Eigenschaften.....	2
2.2	Einsatzgebiete.....	2
3	Technische Daten.....	3
4	Montage.....	6
4.1	Befestigung.....	6
4.2	Anordnung der Befestigungsbohrungen.....	6
5	Anschluss.....	7
5.1	Allgemeine Informationen zum Anschluss.....	7
5.2	Anforderungen an die Spannungsversorgung.....	7
5.3	Steckverbinder-Belegung.....	7
5.4	Interne Beschaltung.....	8
5.5	Bus-Abschlusswiderstand.....	8
6	Funktionsbeschreibung.....	9
6.1	Tiefpassfilter.....	9
7	Funktionsbeschreibung CAN Schnittstelle.....	10
7.1	Digitalfilter.....	10
7.2	Zustandsanzeige der Status-LED.....	10
7.3	Aufbau der CAN-Telegramme.....	10
7.3.1	Datenteil im CAN-Telegramm.....	10
7.3.2	Statusbyte (STATUS).....	11
7.4	Boot-Up-Nachricht.....	11
7.5	Geräteparameter lesen/schreiben.....	12
7.5.1	Set-Parameter-Telegramme.....	13
7.5.2	Reply-Parameter-Telegramme.....	14
7.6	Standardgeräteparameter.....	15
7.7	Übertragung der Messdaten.....	15
7.7.1	Abfragemodus (Polling).....	15
7.7.2	Zyklischer Modus.....	16
7.8	Ausgabeformate.....	17
7.8.1	Ausgabe der Drehrate (Gyrosensor Rohdaten).....	17
7.8.2	Ausgabe der Beschleunigung.....	17
7.9	Konfiguration des Sensors.....	17
7.9.1	Zyklischen Modus konfigurieren.....	17
7.9.2	CAN-Identifizieren konfigurieren.....	17
7.9.3	Baudrate konfigurieren.....	18

7.9.4	Automatische Bus-Off Erholung konfigurieren.....	18
7.9.5	Grenzfrequenz des Tiefpassfilters konfigurieren.....	18
7.9.6	Standardgeräteparameter wiederherstellen.....	18
7.9.7	Geräteparameter speichern.....	19
8	Funktionsbeschreibung CANopen Schnittstelle.....	20
8.1	Funktionsübersicht.....	20
8.2	CANopen Struktur.....	21
8.3	CANopen Gerätemodell.....	21
8.4	COB-IDs.....	22
8.5	Netzwerkmanagement: NMT.....	22
8.6	Prozessdaten: PDO (TPDO1 - TPDO4).....	23
8.6.1	PDO Kommunikationsarten.....	23
8.6.1.1	Individuelle Abfrage (Polling).....	23
8.6.1.2	Zyklisches Senden.....	23
8.6.1.3	Synchronisiertes Senden.....	24
8.7	Parameterdaten: SDO.....	24
8.8	Objektverzeichnis.....	25
8.8.1	Kommunikationsparameter (nach CiA DS-301).....	26
8.8.1.1	Fehlerregister (1001h).....	28
8.8.1.2	Herstellerstatusregister (1002h).....	29
8.8.1.3	Vordefiniertes Fehlerfeld (1003h).....	29
8.8.1.4	Parameter speichern (1010h) und wiederherstellen (1011h).....	29
8.8.1.5	Transmit PDO – Übertragungstyp (1800h / 1801h / 1802h / 1803h).....	30
8.8.2	Herstellerspezifischer Teil.....	30
8.8.2.1	Automatische Bus-Off Erholung (2002h).....	30
8.8.2.2	Tiefpassfiltereinstellungen (3000h).....	31
8.9	Fehlermeldungen: Emergency.....	31
8.10	Ausfallüberwachung.....	32
8.10.1	Nodeguarding / Lifeguarding.....	32
8.10.2	Heartbeat.....	32
8.11	LSS: Layer Setting Service (nach CiA DSP-305).....	33
8.11.1	Einstellung von Node-ID und Baudrate.....	33
8.12	Automatische Baudratenerkennung (nach CiA AN-801).....	33
8.13	Status-LED (nach CiA DR-303-3).....	34
9	Funktionsbeschreibung SAE J1939 Schnittstelle.....	35
9.1	Telegrammformat.....	35
9.2	Gerätename und Adresse.....	35
9.3	Prozessdaten (Transmit PGNs).....	36
9.4	Sensor Konfiguration.....	38
9.4.1	Beispiele SAE J1939 Kommunikation.....	39
9.4.2	Bedeutung Statusbyte.....	40
10	Wartung und Kundendienst.....	41
10.1	Kalibrierung.....	41

10.2 Kundendienst.....	41
10.2.1 Rücksendung.....	41
10.2.2 Support.....	41
10.2.3 Gewährleistung und Haftungseinschränkung.....	41
11 Sensorkonfiguration.....	42
11.1 Programmieradapter.....	42
11.2 PC-Software ISDControl.....	43
12 Bestellinformationen.....	44

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Daten.....	3
Tabelle 2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	4
Tabelle 3: M12-Stecker-Belegung CAN-Bus.....	7
Tabelle 4: M12-Buchse-Belegung CAN-Bus.....	7
Tabelle 5: Filterauswahl Tiefpassfilter.....	9
Tabelle 6: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED.....	10
Tabelle 7: Aufbau der CAN-Telegramme.....	10
Tabelle 8: Statusbyte.....	11
Tabelle 9: Boot-Up-Nachricht.....	12
Tabelle 10: Funktionscodes und Parameter der Set-Parameter-Telegramme (Anfrage).....	13
Tabelle 11: Funktionscodes und Parameter der Reply-Parameter-Telegramme (Antwort).....	14
Tabelle 12: Standardeinstellungen der Geräteparameter.....	15
Tabelle 13: Abfragetelegramm: Beschleunigung (FSC = 0Ch).....	15
Tabelle 14: Antworttelegramm: Beschleunigung (FSC = 0Ch).....	15
Tabelle 15: Abfragetelegramm: Drehrate (FSC = 0Eh).....	16
Tabelle 16: Antworttelegramm: Drehrate (FSC = 0Eh).....	16
Tabelle 17: CAN-Identifizier.....	17
Tabelle 18: Standardgeräteparameter wiederherstellen.....	18
Tabelle 19: Geräteparameter speichern.....	19
Tabelle 20: Berechnung der COB-IDs nach Pre-Defined Connection Set.....	22
Tabelle 21: TPDO1 Standardmapping.....	23
Tabelle 22: TPDO2 Standardmapping.....	23
Tabelle 23: Mappbare Objekte.....	23
Tabelle 24: Kommunikationsparameter im Objektverzeichnis.....	28
Tabelle 25: Fehlerregister (1001h).....	28
Tabelle 26: Herstellerstatusregister (1002h).....	29
Tabelle 27: Fehlereintrag im vordefinierte Fehlerfeld (1003h).....	29
Tabelle 28: Transmit PDO - Übertragungstyp.....	30
Tabelle 29: Herstellerspezifischer Teil des Objektverzeichnisses.....	30
Tabelle 30: Filterauswahl.....	31
Tabelle 31: Emergency Object.....	31
Tabelle 32: Emergency Error Codes.....	31
Tabelle 33: Emergency: Manufacturer Specific Error Field.....	32
Tabelle 34: LSS Baudratenindex nach CiA DSP-305.....	33
Tabelle 35: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED.....	34
Tabelle 36: Transmit PGN 3 - 61482 Angular Rate Information.....	36
Tabelle 37: Transmit PGN 4 - 61485 Acceleration Sensor.....	37
Tabelle 38: Transmit PGN 8 - Beschleunigung.....	37
Tabelle 39: Transmit PGN 9 - Drehrate.....	37
Tabelle 40: Transmit PGN 10 - Beschleunigung ungefiltert.....	37
Tabelle 41: Status Bits im PGN.....	37

Tabelle 42: Konfigurationsparameter.....	39
Tabelle 43: Firmware-Version des Sensors mit Adresse 128 lesen.....	39
Tabelle 44: Aktivieren des kritisch gedämpften Filters bei Sensor mit Adresse 128.....	40
Tabelle 45: Statusbyte.....	40
Tabelle 46: Bestellinformationen.....	44

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Orientierung der Messachsen für die Beschleunigung.....	5
Abbildung 2: Orientierung der Messachsen für die Drehrate.....	5
Abbildung 3: Befestigungsbohrungen (Maße in mm).....	6
Abbildung 4: interne Beschaltung.....	8
Abbildung 5: Impulsantwort der beiden Tiefpassfilter.....	9
Abbildung 6: Amplitudenverlauf der beiden Tiefpassfilter.....	9
Abbildung 7: Funktionsweise des zyklischen Modus.....	16
Abbildung 8: CANopen Struktur.....	21
Abbildung 9: NMT Zustandsdiagramm.....	22
Abbildung 10: SDO Protokoll - Zugriff auf Objektverzeichnis.....	24
Abbildung 11: SAE J1939 CAN-Identifizier.....	35
Abbildung 12: Starter-Kit.....	42
Abbildung 13: PC-Software.....	43



# 1 Sicherheitshinweise

## 1.1 Eingangskontrolle

Packen Sie das Gerät sofort nach Entgegennahme sorgfältig aus und überprüfen Sie die Lieferung auf Vollständigkeit. Bei Verdacht auf Transportschäden benachrichtigen Sie den Zusteller innerhalb von 72 Stunden und bewahren Sie die Verpackung zur Begutachtung auf. Der Transport des Gerätes darf nur in der Originalverpackung oder in einer gleichwertigen Verpackung erfolgen.

## 1.2 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der GEMAC Motus® IB ist ein Gerät, bestehend aus einem elektronischen Sensor und einer integrierten Auswerteelektronik. Das Gerät ist zum Erfassen von Beschleunigungen und Winkelgeschwindigkeiten in ortsfesten Großanlagen der Industrieautomatisierung sowie beweglichen Maschinen und Verkehrsmitteln zur Personen- und Güterbeförderung wie Land- und Forstmaschinen, Nutzkraftfahrzeugen oder Kran- und Hebetchnik bestimmt.

Die GEMAC Chemnitz GmbH übernimmt keine Haftung für direkte oder indirekte Verluste oder Schäden, die aus der Benutzung des Produkts resultieren. Dies gilt insbesondere für eine andersartige Verwendung des Produkts, die nicht mit dem beabsichtigten Zweck übereinstimmt und die nicht in dieser Dokumentation beschrieben ist.

## 1.3 Bestimmungswidriger Gebrauch

GEMAC Motus® IB ist kein Sicherheitsbauteil gemäß der EG-Maschinenrichtlinie (2006/42/EG). Er darf nicht in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden. Alle unter Abschnitt 1.2 „Bestimmungsgemäßer Gebrauch“ nicht beschriebenen Verwendungen sind verboten. Die Verwendung von Zubehör, welches nicht ausdrücklich durch die GEMAC Chemnitz GmbH freigegeben wurde, erfolgt auf eigenes Risiko.

## 1.4 Anforderungen an die Qualifikation des Personals

Nur autorisiertes, geschultes und ausreichend qualifiziertes Personal darf an und mit dem GEMAC Motus® IB arbeiten. Eine Fachkraft erfüllt folgende Punkte:

- Kann eine fachliche Ausbildung sowie zusätzliche Kenntnisse und Erfahrungen bezüglich Betrieb und Bedienung des Sensors und des jeweiligen Einsatzgebietes vorweisen.
- Kennt die zugehörigen Fachbegriffe und einschlägigen Bestimmungen.
- Kann die ihr übertragenden Arbeiten beurteilen, mögliche Gefahren erkennen und geeignete Sicherheitsmaßnahmen ergreifen.

## 2 Übersicht

### 2.1 *Eigenschaften*

- 6-achsige inertielle Messeinheit aus Beschleunigungs- und Gyrosensor
- Komfortable Parametrierung mit GEMAC-Programmierool
  - Parametrierbare Vibrationsunterdrückung
- Hohe Abtastrate und Bandbreite
- Komfortable CAN-, CANopen oder SAE J1939 Schnittstelle
  - Baudraten von 10 kBit/s bis 1 MBit/s
  - Automatische Baudratenerkennung
- Robustes, vernickeltes Zinkdruckguss Gehäuse
- Großer Eingangsspannungsbereich (7,5 - 36 V)
- Geringe Stromaufnahme
- Geeignet für industriellen Einsatz:
  - Temperaturbereich: -40 °C bis +80 °C
  - Gehäuseschutzart: IP65/67 bzw. IP6K9K
- EMV-geprüft nach ECE R10

Zur Gewährleistung einer hohen Genauigkeit ist der Sensor werksseitig in allen 6 Messachsen kalibriert.

Der kompakte und robuste Aufbau machen den Sensor zu einem geeigneten Inertialmessgerät in rauer Umgebung für die unterschiedlichsten Einsatzfälle in Fahrzeugtechnik und Industrie.

Über die digitale Schnittstelle ist eine einfache Einstellung sämtlicher Parameter möglich.

### 2.2 *Einsatzgebiete*

- Land- und forstwirtschaftliche Maschinen
- Baumaschinen
- Kran- und Hebetchnik

### 3 Technische Daten

Allgemeine Parameter <sup>1</sup>	Beschleunigungssensor	Gyrosensor	
Messbereich	±8 g	±250 °/s	
Auflösung	0,244 mg	0,00875 °/s	
In run bias stability	-	typ. 2,5 °/h (Z-Achse 5 °/h)	
Angular random walk (ARW)	-	0,1 °/√h	
Temperaturkoeffizient (Nullpunkt)	typ. 0,2 mg/K	typ. 0,005 °/s/K	
Allgemeine Parameter			
Abtastrate	200 Hz		
Arbeitstemperatur	-40 °C bis +80 °C		
Eigenschaften			
Schnittstelle	IB6MZ360-C	IB6MZ360-O	IB6MZ360-J
	CAN 2.0 A und B (11- und 29-Bit-ID) entsprechend ISO 11898-2	CANopen entsprechend CiA DS-301	SAE J1939
Datenraten	10k, 20k, 50k, 100k, 125k, 250k, 500k, 800k Bit/s, 1 MBit/s Automatische Erkennung		125k, 250k Bit/s Automatische Erkennung
Funktionen	zyklisches und synchronisiertes Senden, Parametrierung, digitaler Tiefpassfilter (kritisch gedämpft oder Butterworth, 8.Ordnung), Konfiguration über die digitale Schnittstelle		
Elektrische Parameter			
Versorgungsspannung	7,5 bis 36 V DC		
Stromaufnahme	ca. 12 mA @ 24 V		
Benötigte Überstromschutzeinrichtung	400 mA <sup>2</sup>		
Maximaler Ausgangsstrom	350 mA		
Mechanische Parameter			
Elektrischer Anschluss	2 x Sensorsteckverbinder 5-polig M12 (Stecker - Buchse, durchgeschleift)		
Gehäuseschutzart	IP65/67 - IP6K9K <sup>3</sup>		
Abmessungen / Masse	114 mm x 66 mm x 30 mm / ca. 330 g		
Zuverlässigkeit nach EN ISO 13849-1 <sup>4</sup>			
MTTF	587 Jahre		
MTTFd	1074 Jahre		
CE Konformität			
EG Richtlinien			
RL 2014/30/EU	Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit		
RL 2011/65/EU	Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten		
Harmonisierte Normen			
DIN EN 61326-1:2013	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen		
DIN EN IEC 63000:2019-05	Technische Dokumentation zur Beurteilung von Elektro- und Elektronikgeräten hinsichtlich der Beschränkung gefährlicher Stoffe		

**Tabelle 1: Technische Daten**

- 1 Alle angegebenen Genauigkeiten gelten nach einer Einlaufzeit von 10 min bei 25 °C.
- 2 Die elektrische Versorgung ist so zu dimensionieren, dass ein Strom über 400 mA für höchstens 3 s fließen kann.
- 3 Nur in Verbindung mit Artikel-Nr. 1404066 der Firma Phoenix Contact GmbH und einem Anzugsdrehmoment von 0,4 Nm.
- 4 Bei diesem Produkt handelt es sich um ein Standardprodukt und kein Sicherheitsbauteil im Sinne der Maschinenrichtlinie. Die Berechnung bezieht sich auf eine durchschnittliche Umgebungstemperatur von 40 °C und eine Einsatzhäufigkeit von 8760 h/a.

### Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

#### Störaussendung

Gestrahlte Störaussendung / Funkfeldstärke	Grenzwertkurven breit- und schmalbandig nach UN ECE R10 (Automotive) und DIN EN ISO 13766-1 (Baumaschinen) <b>30 ... 1000 MHz (vertikal und horizontal)</b>
--	--

#### Störfestigkeit gegen HF-Felder

Streifenleitung nach ISO 11452-5	Grenzwerte besser als UN ECE R10 (Automotive) und DIN EN ISO 13766-1 (Baumaschinen) 20 ... 400 MHz <b>100 V/m</b> Funktionszustand A
----------------------------------	---

Absorberraum nach ISO 11452-2	Grenzwerte besser als UN ECE R10 (Automotive) und DIN EN ISO 13766-1 (Baumaschinen) <b>200 ... 1000 MHz, 30 V/m (vertikal und horizontal)</b> <b>800 ... 2000 MHz, 30 V/m (vertikal und horizontal)</b> Funktionszustand A
-------------------------------	---

#### Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen (Bordnetz 24 VDC)

Impulse nach ISO 7637-2	Grenzwerte nach UN ECE R10 (Automotive)		
	Impuls	Schärfegrad	Kriterium
	1 -450 V	III	C
	2a +37 V	III	B
	2b +20 V	III	C
	3a -150 V	III	A
	3b +150 V	III	A
	4 -12 V	III	A
	Weitere Prüfungen		
	5a +70 V	Ri = 0,5 Ω	A
5b +36 V	Ri = 0,5 Ω	A	

#### Störfestigkeit gegen elektromagnetische Entladung (ESD)

ESD nach ISO 10605	Grenzwerte nach DIN EN ISO 13766-1 (Baumaschinen) Entladekombination 330 pF / 2 kΩ <b>Kontaktentladung 6 kV bipolar (metallische Teile)</b> <b>Luftentladung 8 kV bipolar</b> Funktionszustand A
--------------------	---

**Tabelle 2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**

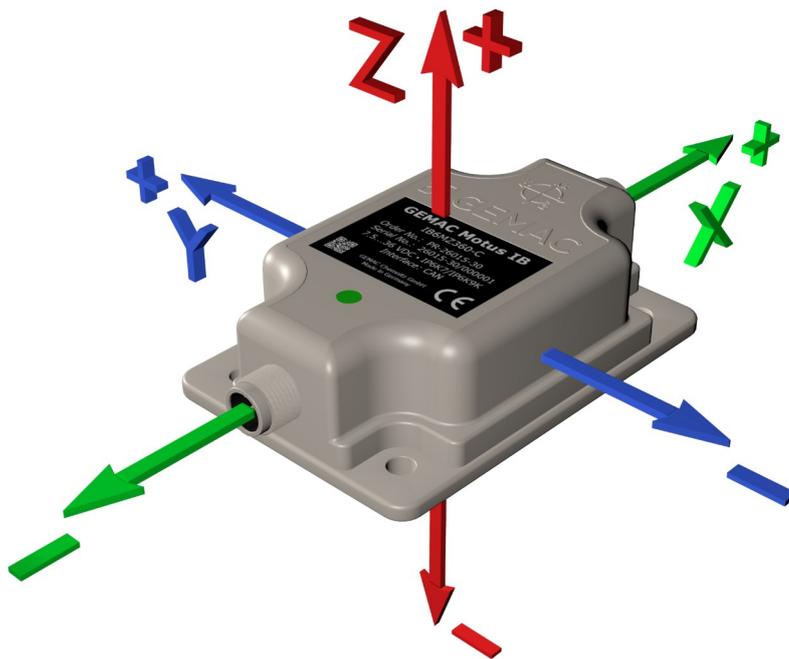


Abbildung 1: Orientierung der Messachsen für die Beschleunigung

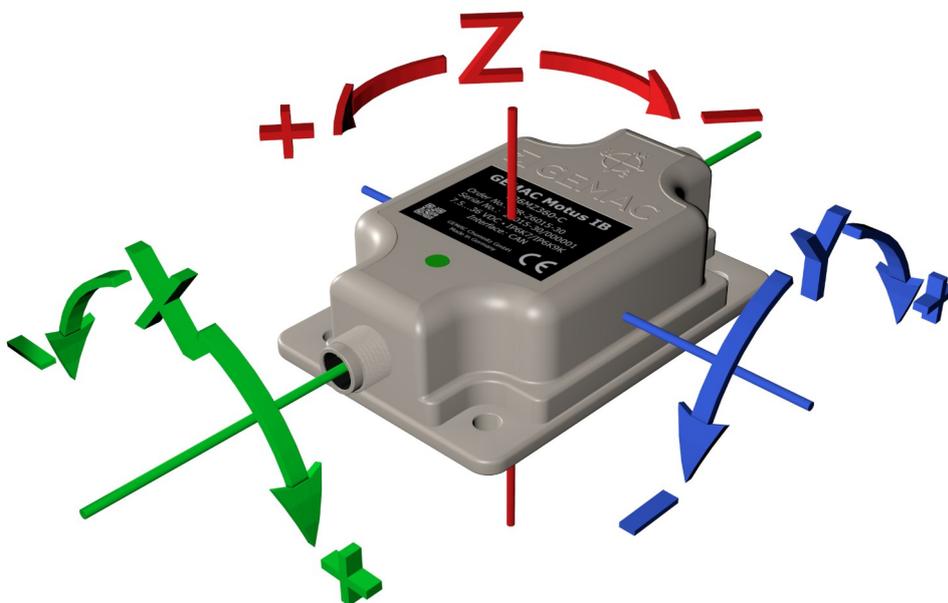


Abbildung 2: Orientierung der Messachsen für die Drehrate

## 4 Montage

### 4.1 Befestigung

Der Sensor muss mit 4 Innensechskantschrauben M5 nach DIN 912 A2 und 4 Sechskantmuttern M5 nach DIN 934 mit einem Drehmoment von 3 Nm so verschraubt werden, dass mindestens ein voller Gewindegang der Schraube übersteht.

### 4.2 Anordnung der Befestigungsbohrungen

Die Bohrungen zum Verschrauben des Sensors (3) befinden sich in der Grundplatte des Sensors.

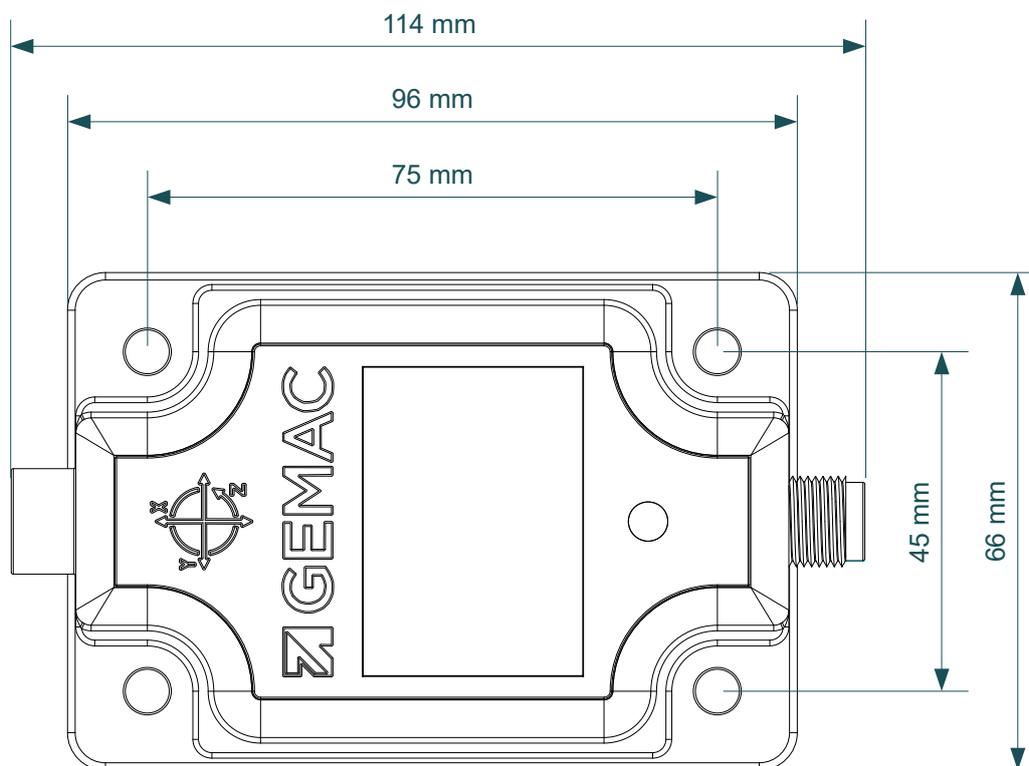


Abbildung 3: Befestigungsbohrungen (Maße in mm)

## 5 Anschluss

### 5.1 Allgemeine Informationen zum Anschluss

Der Sensor ist mit einem 5-poligen Rundstecker M12 (A-kodiert) nach IEC 61076-2-101 ausgestattet und verfügt zusätzlich über eine 5-polige M12-Buchse (A-kodiert). Die Spannungsversorgung wird vom Stecker an die Buchse weitergegeben, sodass nachfolgende Sensoren über einen einzelnen Kabelstrang versorgt werden können. Es ist sicherzustellen, dass alle an den Sensor angeschlossenen Geräte zusammen eine Stromaufnahme kleiner 350 mA haben.

### 5.2 Anforderungen an die Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung ist so zu dimensionieren, dass die in 1 angegebenen Spannungswerte eingehalten werden.

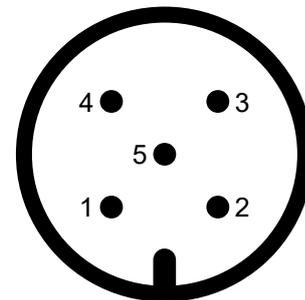
Die elektrische Versorgung ist mit einer geeigneten Sicherung abzusichern, sodass sichergestellt ist, dass ein Strom über **400 mA für höchstens 3 s** fließen kann.

### 5.3 Steckverbinder-Belegung

Die Pinbelegung der Anschlüsse entspricht CiA DR-303-1 (3 + 4).

Pin	Signal	Belegung
1	CAN_SHLD	Schirm
2	V+	Versorgungsspannung (+24 V)
3	V-	GND / 0 V / V-
4	CAN_H	CAN_H Busleitung
5	CAN_L	CAN_L Busleitung

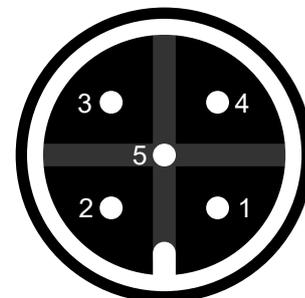
**Tabelle 3: M12-Stecker-Belegung CAN-Bus**



(Ansicht von außen)

Pin	Signal	Belegung
1	CAN_SHLD	Schirm
2	V+	Versorgungsspannung (+24 V)
3	V-	GND / 0 V / V-
4	CAN_H	CAN_H Busleitung
5	CAN_L	CAN_L Busleitung

**Tabelle 4: M12-Buchse-Belegung CAN-Bus**



(Ansicht von außen)

## 5.4 Interne Beschaltung

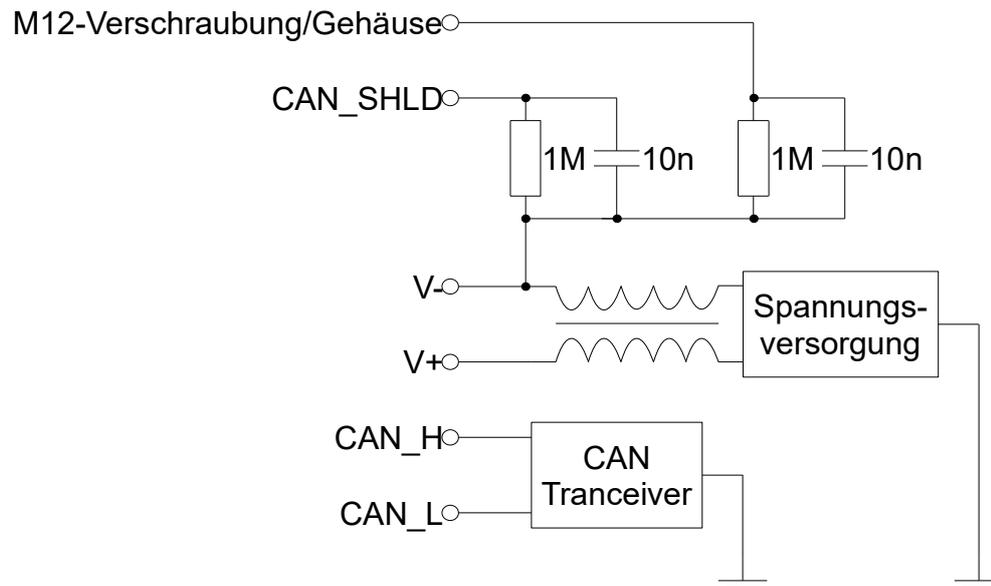


Abbildung 4: interne Beschaltung

## 5.5 Bus-Abschlusswiderstand

Der Sensor besitzt **keinen** internen Abschlusswiderstand.

## 6 Funktionsbeschreibung

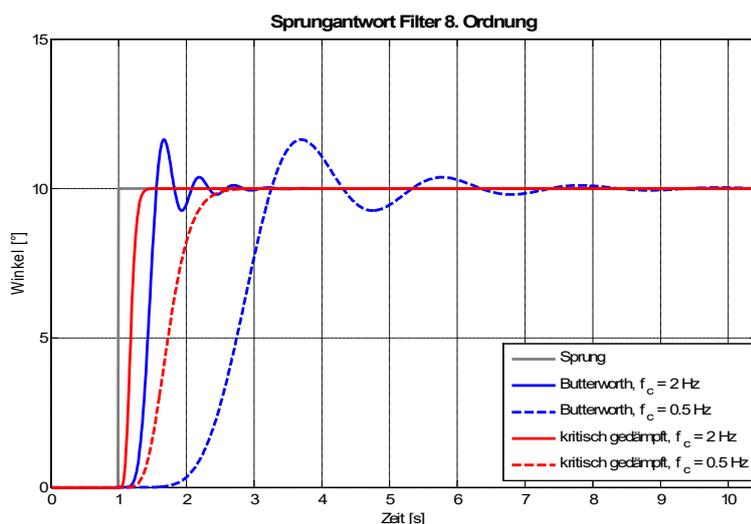
### 6.1 Tiefpassfilter

Der Sensor bietet die Möglichkeit die gemessene Beschleunigung zu filtern, um Schwingungen und Vibrationen vom zu messenden Signal zu trennen. Im Sensor stehen zwei Tiefpassfilter zur Verfügung, die entsprechend dem Anwendungsgebiet des Sensors ausgewählt werden können.

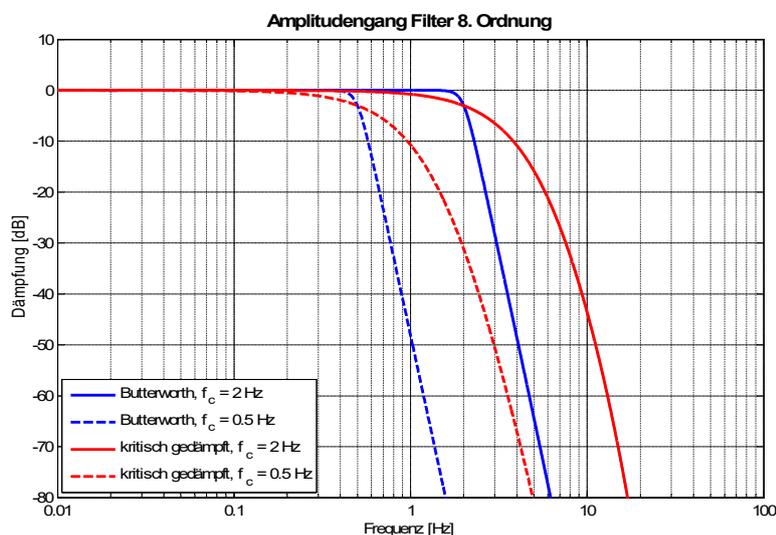
Mit Hilfe der parametrierbaren Tiefpassfilter (Butterworth oder kritisch gedämpft) achter Ordnung können parasitäre Schwingungen/Vibrationen bis zu 0,1 Hz unterdrückt werden.

Filter	einstellbarer Bereich	Einsatzfälle
Butterworth	0,1 Hz ... 25 Hz	statische Beschleunigungsmessung bei hoher Dämpfung gegenüber Vibrationen
Kritisch gedämpft	0,1 Hz ... 8 Hz	Beschleunigungsmessung bei Anwendungen, die einer gewissen Dynamik unterliegen, ohne Überspringen bei Beschleunigungsänderungen bei gleichzeitig guter Dämpfung

**Tabelle 5: Filterauswahl Tiefpassfilter**



**Abbildung 5: Impulsantwort der beiden Tiefpassfilter**



**Abbildung 6: Amplitudenverlauf der beiden Tiefpassfilter**

## 7 Funktionsbeschreibung CAN Schnittstelle

### 7.1 Digitalfilter

Die Einstellung der Grenzfrequenz wird mit FSC = 27h (Set Parameter Telegramm) vorgenommen. Dabei sind Werte für FG (Grenzfrequenz) von 100 (= 0,1 Hz) bis 25000/8000 (= 25 Hz / 8 Hz) zulässig. Über den Wert FT wird der Filtertyp ausgewählt.

### 7.2 Zustandsanzeige der Status-LED

Die eingebaute Status-LED zeigt den aktuellen Gerätezustand (Betriebs-LED, grün) sowie eventuell eingetretene CAN-Kommunikationsfehler an (Fehler-LED, rot). Anhand der Farbe und Blinkfrequenz werden die in 6 dargestellten Zustände unterschieden.

Status-LED		
Betriebs-LED	LED-Zustand	Beschreibung
	Aus	Das Gerät ist im Zustand Reset oder es ist keine Stromversorgung vorhanden
	Flackert	Automatische Baudratenerkennung läuft gerade (aktiv)
	Ein	Das Gerät ist im normalen Funktionszustand
Fehler-LED	LED-Zustand	Beschreibung
	Aus	Das Gerät arbeitet fehlerfrei
	Einfach Flash	Fehlerzähler CAN-Controller hat seine Warngrenze erreicht oder überschritten.
	Ein	Das Gerät ist im Zustand „Bus Off“

Legende:  LED aus  LED an  LED flackert (50 ms an/aus) Dauer eines Zustandes (/): 200 ms

**Tabelle 6: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED**

### 7.3 Aufbau der CAN-Telegramme

Für das Lesen bzw. Schreiben der Geräteparameter sowie zum Auslesen der Sensordaten existiert je eine CAN-ID zum Empfangen von Daten/Kommandos und eine zum Senden der Antwort/Bestätigung. Diese werden in einem Permanentenspeicher (EEPROM) gespeichert und können frei konfiguriert werden. Dabei werden sowohl CAN 2.0 A (Standard Frame Format) als auch CAN 2.0 B (Extended Frame Format) unterstützt.

#### 7.3.1 Datenteil im CAN-Telegramm

Der Datenteil aller Sende- und Empfangstelegramme enthält immer einen Funktionscode (FSC) und zusätzlich maximal 7 Datenbytes, abhängig vom FSC. Die Länge des Datenteils des CAN-Telegramms ist im DLC (Data Length Code) festgelegt. Der allgemeine Aufbau des Datenteils im CAN-Telegramm sieht wie folgt aus:

Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
FSC	D0/Status	D1	D2	D3	D4	D5	D6

**Tabelle 7: Aufbau der CAN-Telegramme**

- FSC:** **Function Select Code** – Funktionscode. Jedes Telegramm (vom Sensor) enthält immer den gleichen FSC der vorhergehenden Anfrage als Bestätigung.
- D0-D7:** Datenbytes, abhängig von Funktionscode
- Status:** Statusinformationen, die in jedem vom Sensor gesendeten Telegramm enthalten sind (siehe Abschnitt 7.3.2 „Statusbyte (STATUS)“).

Telegramme, die an den Sensor gesendet werden, können über die benötigten Datenbytes hinaus weitere Datenbytes enthalten - diese werden nicht ausgewertet. Telegramme, die vom Sensor gesendet werden, enthalten nur die zum Funktionscode definierten Datenbytes.

### 7.3.2 Statusbyte (STATUS)

Jedes vom Sensor gesendete Telegramm enthält im Byte1 (vgl. 7) des CAN-Telegramms den aktuellen Status des Gerätes. Das Statusbyte ist wie folgt aufgebaut:

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
reserviert	Accuracy Warning	reserviert	reserviert	CmdParam Error	EEPROM Error	Autobaud Detection	Default Param

**Tabelle 8: Statusbyte**

- DefaultParam:** Standardgeräteparameter sind eingestellt. Dieses Bit wird erst dann zurückgesetzt, wenn ein Geräteparameter auf einen vom Werksparameter abweichenden Wert geändert wurde. Der Sensor wird mit Standardgeräteparametern ausgeliefert, daher ist dieses Bit standardmäßig gesetzt (siehe Abschnitt 7.6 „Standardgeräteparameter“).
- AutobaudDetection:** Die Baudrate ist auf automatische Erkennung gestellt (BR = 0) (siehe Abschnitt 7.9.3 „Baudrate konfigurieren“).
- EEPROMError:** Beim Lesen/Schreiben auf den EEPROM ist ein Fehler aufgetreten, z.B. Datenverlust. Die korrekte Funktion des Sensors ist nicht mehr gewährleistet. Dieses Bit wird durch Lesen des Statusbytes (Set-Parameter-Telegramm mit FSC = 02h) zurückgesetzt.
- CmdParamError:** Ein empfangenes Telegramm enthält einen Kommando- oder Parameterfehler (ungültiger FSC, zu wenig Datenbytes, ungültige Werte). Dieses Bit wird durch Lesen des Statusbytes (Set-Parameter-Telegramm mit FSC = 02h) zurückgesetzt.
- AccuracyWarning:** Genauigkeitswarnung: Durch Überschreiten der Maximalwerte für Beschleunigung oder Drehrate ist die Genauigkeit des Sensors eingeschränkt. Dieses Bit wird automatisch zurückgesetzt, wenn der Sensor wieder unter den spezifizierten Bedingungen arbeitet.

## 7.4 Boot-Up-Nachricht

Nach einem Gerätereustart (Hardware- oder Software-Reset) sendet der Sensor zweifach eine „Boot-Up“-Nachricht. Damit wird der korrekte Bootvorgang angezeigt und die Set-Parameter-ID (CAN-ID mit welcher der Sensor parametrieren werden kann) mitgeteilt. Dieses Telegramm enthält folgende Informationen:

„Boot-Up“-Nachricht nach Geräteneustart: Reply-Parameter-ID (Standard-ID: 301h)

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
FFh	Status	SID0	SID1	SID2	SID3	SWV0	SWV1

**Tabelle 9: Boot-Up-Nachricht**

SID0-3: Set-Parameter-ID (siehe Abschnitt 7.5 „Geräteparameter lesen/schreiben“)

SWV0-1: Softwareversion; Beispiel: SWV0 = 0x44, SWV1 = 0x03 → Softwareversion v3.44

## 7.5 Geräteparameter lesen/schreiben

Mit den **Set-Parameter-Telegrammen** (Anfragetelegramm) können sämtliche Parameter, wie Beschleunigungswerte und Drehraten, CAN-IDs, Baudrate, Zykluszeit, etc. eingestellt bzw. abgefragt werden. Der Sensor bestätigt jedes Set-Parameter-Telegramm mit einem **Reply-Parameter-Telegramm** (Antworttelegramm).

### 7.5.1 Set-Parameter-Telegramme

10 zeigt alle zulässigen Funktionscodes und Parameter eines Set-Parameter-Telegramms.

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Beschreibung	
02h	-	-	-	-	-	-	-	Status lesen	
03h	-	-	-	-	-	-	-	Produktnummer und Revision lesen	
04h	-	-	-	-	-	-	-	Seriennummer und Softwareversion lesen	
0Ch	-	-	-	-	-	-	-	Beschleunigungsdaten lesen	
0Dh	-	-	-	-	-	-	-	Ungefilterte Beschleunigungsdaten lesen	
0Eh	-	-	-	-	-	-	-	Winkelgeschwindigkeit lesen	
10h	-	-	-	-	-	-	-	Set-Parameter-ID	Geräteparameter lesen
11h	-	-	-	-	-	-	-	Reply-Parameter-ID	
12h	-	-	-	-	-	-	-	Sync-ID	
13h	-	-	-	-	-	-	-	Baudrate	
14h	-	-	-	-	-	-	-	Automatische Bus-Off Erholung	
15h	-	-	-	-	-	-	-	Zykluszeit	
16h	-	-	-	-	-	-	-	Zyklusmodus	
17h	-	-	-	-	-	-	-	Grenzfrequenz Digitalfilter, Filterauswahl	
20h	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	-	Set-Parameter-ID*	Geräteparameter schreiben
21h	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	-	Reply-Parameter-ID*	
22h	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	-	Sync-ID*	
23h	BR	-	-	-	-	-	-	Baudrate*	
24h	ABOR	-	-	-	-	-	-	Automatische Bus-Off Erholung	
25h	ZYZ0	ZYZ1	-	-	-	-	-	Zykluszeit	
26h	ZYM	-	-	-	-	-	-	Zyklusmodus	
27h	FG0	FG1	FT	-	-	-	-	Grenzfrequenz Tiefpassfilter, Filterauswahl	
40h	'L'	'O'	'A'	'D'	-	-	-	Standard-Geräteparameter laden (Werkparameter)	
50h	'S'	'A'	'V'	'E'	-	-	-	Geräteparameter im EEPROM speichern	
FFh	'R'	'E'	'S'	'E'	'T'	-	-	Software-Reset	
FFh	-	-	-	-	-	-	-	Alive (Bootup)-Telegramm lesen	

**Tabelle 10: Funktionscodes und Parameter der Set-Parameter-Telegramme (Anfrage)**

\* Änderungen an Kommunikationsparameter wie IDs und Baudrate werden erst nach Neustart aktiv.

### 7.5.2 Reply-Parameter-Telegramme

Jedes Reply-Parameter-Telegramm enthält als Bestätigung auf ein korrekt empfangenes Set-Parameter-Telegramm den identischen FSC. Im Statusbyte sind ggf. Fehlerbits gesetzt, falls das Set-Parameter-Telegramm unzureichend oder ungültige Parameter enthielt (siehe Abschnitt 7.3.2 „Statusbyte (STATUS)“). Der Aufbau der Reply-Parameter-Telegramme in Abhängigkeit des FSC ist in 11 ersichtlich.

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Beschreibung	
02h	Status	-	-	-	-	-	-	Status lesen	
03h	Status	PR0	PR1	PR2	PR3	RV0	RV1	Produktnummer und Revision lesen	
04h	Status	SN0	SN1	SN2	SN3	SWV0	SWV1	Seriennummer und Softwareversion lesen	
0Ch	Status	ACC_X		ACC_Y		ACC_Z		Beschleunigungsdaten lesen	
0Dh	Status	ACC_UNF_X		ACC_UNF_Y		ACC_UNF_Z		Ungefilterte Beschleunigungsdaten lesen	
0Eh	Status	AR_X		AR_Y		AR_Z		Winkelgeschwindigkeit lesen	
10h	Status	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Set-Parameter-ID	Geräteparameter lesen
11h	Status	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Reply-Parameter-ID	
12h	Status	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Sync-ID	
13h	Status	BR	-	-	-	-	-	Baudrate	
14h	Status	ABOR	-	-	-	-	-	Automatische Bus-Off Erholung	
15h	Status	ZYZ0	ZYZ1	-	-	-	-	Zykluszeit	
16h	Status	ZYM	-	-	-	-	-	Zyklusmodus	
17h	Status	FG0	FG1	FT	-	-	-	Grenzfrequenz Digitalfilter, Filterauswahl	
20h	Status	-	-	-	-	-	-	Set-Parameter-ID*	Geräteparameter setzen
21h	Status	-	-	-	-	-	-	Reply-Parameter-ID*	
22h	Status	-	-	-	-	-	-	Sync-ID*	
23h	Status	-	-	-	-	-	-	Baudrate*	
24h	Status	-	-	-	-	-	-	Automatische Bus-Off Erholung	
25h	Status	-	-	-	-	-	-	Zykluszeit	
26h	Status	-	-	-	-	-	-	Zyklusmodus	
27h	Status	-	-	-	-	-	-	Grenzfrequenz Tiefpassfilter, Filterauswahl	
40h	Status	-	-	-	-	-	-	Standard-Geräteparameter laden	
50h	Status	-	-	-	-	-	-	Geräteparameter im EEPROM speichern	
FFh	Status	Set-Param ID	Set-Param ID	Set-Param ID	Set-Param ID	SWV0	SWV1	Alive (Bootup)-Telegramm Geräteneustart (2 Telegramme mit FSC = FFh)	

**Tabelle 11: Funktionscodes und Parameter der Reply-Parameter-Telegramme (Antwort)**

\* Änderungen an Kommunikationsparameter wie IDs und Baudrate werden erst nach Neustart aktiv.

## 7.6 Standardgeräteparameter

Der Sensor wird mit den in 12 aufgelisteten Standardeinstellungen der Geräteparameter ausgeliefert. Diese können durch ein Set-Parameter-Telegramm mit FSC = 40h wieder hergestellt werden (siehe Abschnitt 7.5 „Geräteparameter lesen/schreiben“).

Parameter	Standard-Wert	Beschreibung
Set-Parameter-ID	300h	CAN 2.0 A Standard Frame
Reply-Parameter-ID	301h	CAN 2.0 A Standard Frame
Sync-ID	100h	CAN 2.0 A Standard Frame
Baudrate (BR)	0	Automatische Baudratenerkennung
Automatische Bus-Off Erholung	0	deaktiviert
Zykluszeit (ZYZ)	250	250 ms
Zyklusmodus (ZYM)	0	deaktiviert
Grenzfrequenz Tiefpassfilter (FG); Filtertyp	5000; 2	5000 mHz = 5 Hz; Filtertyp: kritisch gedämpft

**Tabelle 12: Standardeinstellungen der Geräteparameter**

Diese Standardeinstellungen werden ebenfalls gesetzt, wenn nach einem Geräteneustart ungültige Geräteparameter aus dem Permanentenspeicher gelesen werden. Wurden die Standardeinstellungen wiederhergestellt, wird dies durch das Statusbit STATUS: DefaultParam = 1 angezeigt.

## 7.7 Übertragung der Messdaten

Für die Übertragung der Beschleunigung und Drehrate unterstützt der Sensor folgende Modi:

- Abfragemodus
- Zyklischer Modus

Alle beiden Modi sind zu jeder Zeit aktiv und gleichzeitig verwendbar. Eine Umschaltung ist nicht notwendig.

### 7.7.1 Abfragemodus (Polling)

Der Abfragemodus ist immer möglich. Die aktuelle Messwerte des Sensors können mittels eines **Set-Parameter-Telegramms** abgefragt werden. Der Sensor antwortet auf diese Telegramme mit einem **Reply-Parameter-Telegramm**. Diese Telegramme sind wie folgt aufgebaut:

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
0Ch	-	-	-	-	-	-	-

**Tabelle 13: Abfragetelegramm: Beschleunigung (FSC = 0Ch)**

FSC	Status	D1	D2	D3	D4	D5	D6
0Ch	Status	AccX0	AccX1	AccY0	AccY1	AccZ0	AccZ1

**Tabelle 14: Antworttelegramm: Beschleunigung (FSC = 0Ch)**

AccX/Y/Z0/1: Beschleunigungswerte der X/Y/Z-Achse

Format: 16 Bit vorzeichenbehafteter Wert, Zweierkomplement (-32768 ... +32767)

Umrechnung: Wert / 4096 = Beschleunigungswert in g

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
0Eh	-	-	-	-	-	-	-

**Tabelle 15: Abfragetelegramm: Drehrate (FSC = 0Eh)**

FSC	Status	D1	D2	D3	D4	D5	D6
0Eh	Status	ArX0	ArX1	ArY0	ArY1	ArZ0	ArZ1

**Tabelle 16: Antworttelegramm: Drehrate (FSC = 0Eh)**

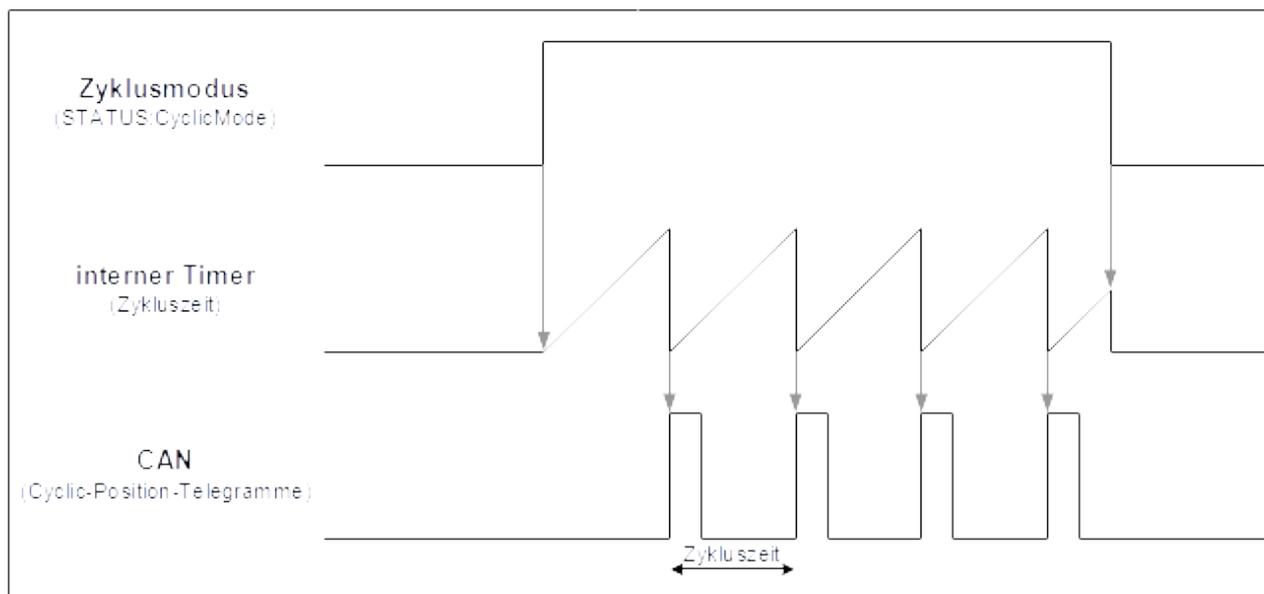
ArX/Y/Z0/1: Drehrate der X/Y/Z-Achse

Format: 16 Bit vorzeichenbehafteter Wert, Zweierkomplement (-32768 ... +32767)

Umrechnung:  $\text{Wert} * 7 / 800 = \text{Drehrate in } ^\circ/\text{s}$

### 7.7.2 Zyklischer Modus

Der Sensor unterstützt das zyklische Senden der aktuellen Messdaten nach Ablauf eines bestimmten Zeitintervalls. Dieser Betriebsmodus kann separat (de)aktiviert und das gewünschte Zeitintervall (Zykluszeit) frei parametrierbar werden. Entsprechend der in 7 dargestellten Arbeitsweise, sendet der Sensor in periodischen Abständen (Zykluszeit) die aktuellen Messdaten in je einem Reply-Parameter-Telegramm für die Beschleunigung und die Drehrate (siehe 14 und 16).


**Abbildung 7: Funktionsweise des zyklischen Modus**

## 7.8 Ausgabeformate

### 7.8.1 Ausgabe der Drehrate (Gyrosensor Rohdaten)

Mit dem Set-Parameter Telegramm FSC 0Eh können die Drehraten aller 3 Achsen des Gyrosensors abgefragt werden.

Format: 16 Bit vorzeichenbehafteter Wert

Umrechnung:  $\text{Wert} * 7 / 800 = \text{Drehrate in } ^\circ/\text{s}$  (Wertebereich  $\pm 250^\circ/\text{s}$ )

### 7.8.2 Ausgabe der Beschleunigung

FSC 0Ch gibt die Beschleunigungswerte aller 3 Achsen des Sensors aus. FSC 0Ch beinhaltet die gefilterten Beschleunigungswerte, die mit dem parametrierbaren Tiefpassfilter (FSC 27h) errechnet werden. Mittels FSC 0Dh können die Beschleunigungsdaten ungefiltert ausgegeben werden.

Format: 16 Bit vorzeichenbehafteter Wert

Umrechnung:  $\text{Wert}/4096 = \text{Beschleunigung in g}$  (Wertebereich  $\pm 8g$ )

## 7.9 Konfiguration des Sensors

### 7.9.1 Zyklischen Modus konfigurieren

ZYZ0/1: Zykluszeit in ms

Format: 16 Bit ganzzahliger Wert (1 ... 65.535)

ZYM: Zyklusmodus (de)aktivieren

= 0 → Zyklischer Modus deaktiviert

= 1 → Zyklischer Modus aktiviert

Eine detaillierte Beschreibung zur Verwendung des Zyklischen Modus befindet sich in Abschnitt 7.7.2 „Zyklischer Modus“.

### 7.9.2 CAN-Identifizier konfigurieren

ID0-3: CAN-Identifizier (ID), 11-Bit-ID (CAN 2.0 A) oder 29-Bit-ID (CAN 2.0 B)

Format: 32-Bit-Wert mit folgendem Aufbau:

ID3								ID2								ID1								ID0							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
0								-								11-Bit-ID (CAN 2.0 A)															
1	-							29-Bit-ID (CAN 2.0 B)																							

**Tabelle 17: CAN-Identifizier**

Beispiel: CAN-ID = 361h (29-Bit-ID, CAN 2.0 B)

ID0 = 61h, ID1 = 03h, ID2 = 00h, ID3 = 80h

Wird eine CAN-ID neu gesetzt, darf diese nicht bereits durch einen anderen Telegrammtyp in Verwendung sein. Ist dies dennoch der Fall, so wird das Fehlerbit STATUS:CmdParamError im Reply-Parameter-Telegramm gesetzt und die CAN-ID ignoriert.

### 7.9.3 Baudrate konfigurieren

BR: Kennzahl einer Baudrate  
 Format: 8-Bit ganzzahliger Wert (0 ... 10)  
 Kennzahlen: 0: Automatische Baudratenerkennung  
 1: 10 kBit/s                      2: 20 kBit/s                      3: 50 kBit/s  
 4: 100 kBit/s                      5: 125 kBit/s                      6: 250 kBit/s  
 7: 500 kBit/s                      8: 800 kBit/s                      9: 1 Mbit/s

### 7.9.4 Automatische Bus-Off Erholung konfigurieren

ABOR: Automatische Bus-Off Erholung (de)aktivieren  
 = 0 Automatische Bus-Off Erholung deaktiviert (Gerät bleibt im Bus-Off)  
 = 1 Automatische Bus-Off Erholung aktiviert (Gerät startet neu)

### 7.9.5 Grenzfrequenz des Tiefpassfilters konfigurieren

FG0/1: Grenzfrequenz in mHz bei Auswahl des Butterworth oder kritisch gedämpften Filters  
 Format: 16-Bit ganzzahliger Wert (100 ... 25000/8000)  
 FT: 0 Tiefpassfilter deaktiviert  
 1 Butterworth Filter ausgewählt  
 2 Kritisch gedämpfter Filter ausgewählt

Eine detaillierte Beschreibung zur Verwendung des Filters befindet sich in Abschnitt 6.1 „Tiefpassfilter“.

### 7.9.6 Standardgeräteparameter wiederherstellen

Der Sensor kann über den FSC = 40h auf Standardgeräteparameter zurückversetzt werden, indem die Signatur „LOAD“ geschrieben wird. Damit werden die Werksparemeter mit Ausnahme der IDs und der Baudrate sofort wieder aktiv. Nach einem Software-Reset des Sensors bzw. einem Hardware-Reset treten dann auch die Werksparemeter der IDs und der Baudrate wieder in Kraft.

D0	D1	D2	D3
'L'	'O'	'A'	'D'
4Ch	4Fh	41h	44h

**Tabelle 18: Standardgeräteparameter wiederherstellen**

Eine detaillierte Beschreibung der Standardgeräteparameter befindet sich in Abschnitt 7.6 „Standardgeräteparameter“.

### 7.9.7 Geräteparameter speichern

Werden Parameter im Sensor geändert, so treten die Änderungen, mit Ausnahme der IDs und der Baudrate, sofort in Kraft. Damit die geänderten Parameter auch nach einem Reset weiterhin aktiv sind, müssen diese im internen Permanentspeicher gesichert werden. Dies geschieht durch das Schreiben der Signatur „SAVE“ über den FSC = 50h.

D0	D1	D2	D3
'S'	'A'	'V'	'E'
53h	41h	56h	45h

**Tabelle 19: Geräteparameter speichern**

## 8 Funktionsbeschreibung CANopen Schnittstelle

### 8.1 Funktionsübersicht

Der Sensor besitzt eine standardisierte CANopen Schnittstelle gemäß CiA DS-301. Sämtliche Messwerte und Parameter sind über das Objektverzeichnis (OV) zugänglich. Die individuelle Konfiguration kann im internen Permanent Speicher (EEPROM) gesichert werden. Folgende CANopen Funktionen sind verfügbar:

- vier Sende-Datenobjekte (TPDO1 - TPDO4), dynamisch mappbar in drei möglichen Betriebsmodi:
  - individuelle Abfrage per Remote-Transmit-Request-Telegramm (RTR)
  - zyklisches Senden per Intervallzeit
  - synchronisiertes Senden nach Empfang eines SYNC-Telegramm
- ein Service-Datenobjekt (Standard-SDO)
- Fehlermeldungen per Emergency-Objekt (EMCY) mit Unterstützung:
  - des allgemeinen Fehlerregisters (Error Register)
  - des herstellerspezifischen Statusregisters (Manufacturer Status)
  - der Fehlerliste (Pre-defined Error Field)
- Überwachungsmechanismen Heartbeat sowie Nodeguarding / Lifeguarding
- Speicher- und Wiederherstellungsfunktion aller Parameter (Store und Load Parameter Field)
- Zustands- und Fehleranzeige per Zweifarb-LED (nach CiA DR-303-3)

Zusätzlich zur CiA DS-301-Funktionalität existieren weitere hersteller- bzw. profilspezifische Eigenschaften:

- frei konfigurierbare Grenzfrequenz (Tiefpassfilter)
- Einstellung von Node-ID und Baudrate über LSS-Service nach CiA DSP-305
- automatische Baudratenerkennung nach CiA AN-801

## 8.2 CANopen Struktur

CANopen ist ein auf CAN basierender offener Protokollstandard in der Automatisierungstechnik und wurde im Verband „CAN in Automation“ (CiA) standardisiert. Wie praktisch alle Feldbusse setzt auch CANopen auf dem ISO/OSI 7-Schichtmodell auf. Das Protokoll nutzt den CAN-Bus als Übertragungsmedium und definiert die Elemente für das Netzwerkmanagement, die Verwendung der CAN-Identifizier (Nachrichtenadresse), das zeitliche Verhalten auf dem Bus, die Art der Datenübertragung, und anwendungsbezogene Profile. Dies soll gewährleisten, dass CANopen Geräte unterschiedlicher Hersteller kombiniert werden können.

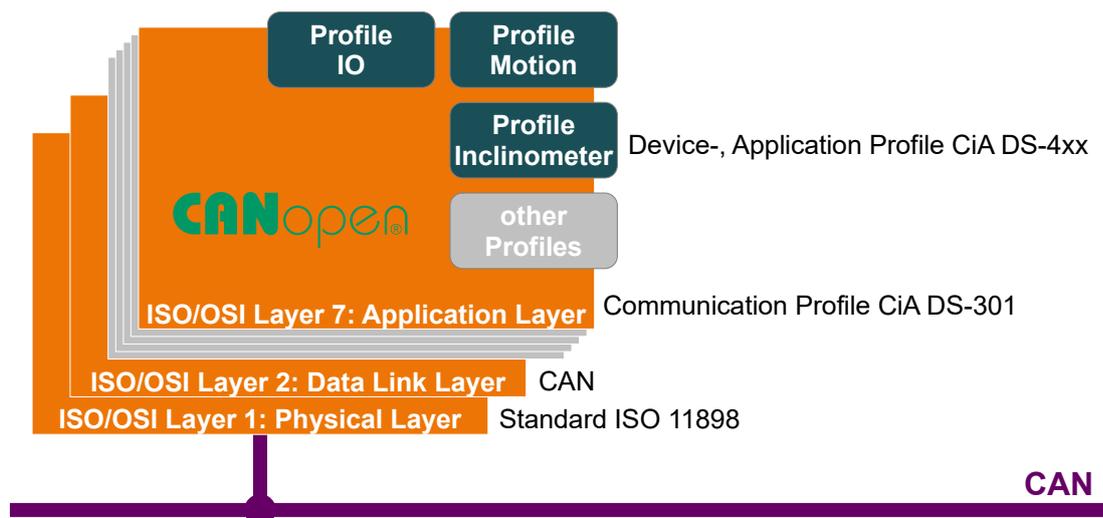


Abbildung 8: CANopen Struktur

CANopen beschreibt die ISO/OSI-Schicht 7 (Application Layer) als Kommunikationsprofil, das von der CiA im Standard CiA DS-301 spezifiziert wurde. Dieses legt die Art der Kommunikation für alle Geräte einheitlich fest. Darüber hinaus sind noch Geräte- und Anwendungsprofile für bestimmte Geräteklassen und Anwendungen im Standard CiA DS-4xx definiert.

## 8.3 CANopen Gerätemodell

Der Datenaustausch zwischen CANopen Geräten erfolgt über Datenobjekte. Das CANopen Kommunikationsprofil sieht dazu folgende Objektarten vor: Die Prozessdatenobjekte (PDOs) sind hochprioritäre Telegramme, welche dem Austausch von Prozessdaten dienen. Über die Service-Datenobjekte (SDOs) erfolgt der Zugriff auf die Parameter des Objektverzeichnisses eines Gerätes. Netzwerkmanagement Objekte dienen der Steuerung des Zustandsautomaten des CANopen Geräts und zur Überwachung der Knoten. Des Weiteren gibt es noch Spezialobjekte für Fehlermeldungen (Emergency), Synchronisation (SYNC) und Zeitstempel. Jedes CANopen Gerät besitzt ein CANopen Objektverzeichnis, in dem die Parameter für alle CAN open Objekte eingetragen sind.

## 8.4 COB-IDs

Die CAN-Identifizierer der Kommunikationsobjekte werden entsprechend des Pre-Defined Connection Set bei jedem Reset (Communication, Application und Hardware Reset) in Abhängigkeit der eingestellten Node-ID bestimmt. Die 20 zeigt die Berechnungsgrundlage und die Standardwerte (Node-ID = 10).

Kommunikationsobjekt (COB)	Berechnung der COB-ID	Standardwert (Node-ID = 10)
NMT	0h	0h
SYNC	80h	80h
EMCY	80h + Node-ID	8Ah
TPDO1	180h + Node-ID	18Ah
TPDO2	280h + Node-ID	28Ah
TPDO3	380h + Node-ID	38Ah
TPDO4	480h + Node-ID	48Ah
Standard-SDO (Client > Server)	600h + Node-ID	60Ah
Standard-SDO (Server > Client)	580h + Node-ID	58Ah
Heartbeat	700h + Node-ID	70Ah

Tabelle 20: Berechnung der COB-IDs nach Pre-Defined Connection Set

## 8.5 Netzwerkmanagement: NMT

9 zeigt das NMT Zustandsdiagramm eines CANopen Gerätes. Nach der **Initialisierung** geht das Gerät automatisch in den Zustand **Pre-Operational** über. Dabei sendet das Gerät eine Boot-Up Nachricht. In diesem Zustand kann es über das Objektverzeichnis konfiguriert werden, denn die Service-Datenobjekte (SDO) sind bereits aktiv. Die Prozessdatenobjekte sind hingegen noch gesperrt. Die Prozessdatenobjekte sind hingegen noch gesperrt.

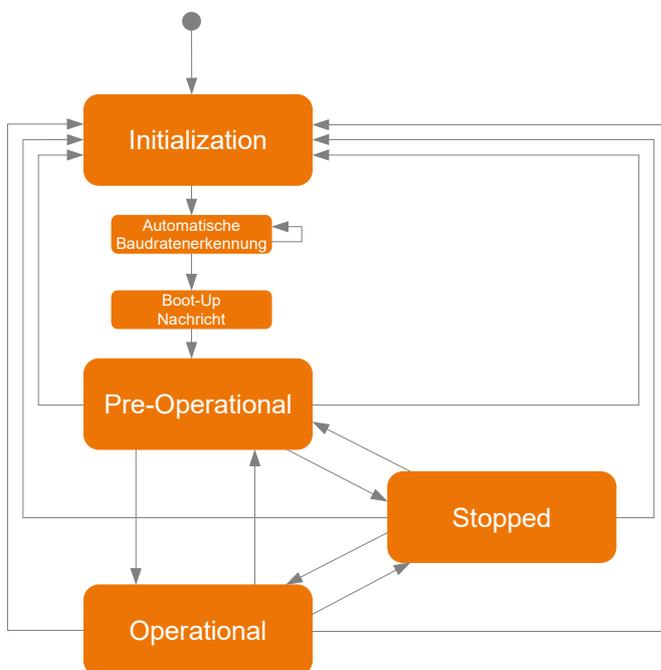


Abbildung 9: NMT Zustandsdiagramm

Durch das Senden der CAN-Nachricht „Start Remote Node“ wechselt das Gerät in den Zustand **Operational**. Jetzt sind auch die Prozessdatenobjekte aktiv. Im Zustand **Stopped** ist keine Kommunikation - mit Ausnahme von Node-Guarding und Heartbeat - möglich.

## 8.6 Prozessdaten: PDO (TPDO1 - TPDO4)

Der Sensor besitzt vier Sende-Prozessdatenobjekte (TPDO1 bis TPDO4). TPDO1 enthält standardmäßig die aktuellen Beschleunigungswerte, TPDO2 die Drehrate. Das PDO Mapping der Messwerte ist dynamisch einstellbar. Das Standardmapping ist in 21 und 22 dargestellt.

Datenteil des CAN-Telegramms des TPDO1							
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
Beschleunigung X (OV: 3102h:01h)		Beschleunigung Y (OV: 3102h:02h)		Beschleunigung Z (OV: 3102h:03h)		unbenutzt	

**Tabelle 21: TPDO1 Standardmapping**

Datenteil des CAN-Telegramms des TPDO2							
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
Drehrate X (OV: 3103h:01h)		Drehrate Y (OV: 3103h:02h)		Drehrate Z (OV: 3103h:03h)		unbenutzt	

**Tabelle 22: TPDO2 Standardmapping**

Folgende Objekte können in die TPDOs gemappt werden:

Index	Subindex	Name	Format	Auflösung	Wertebereich
3102h	1	Beschleunigung: x-Achse	16bit signed	1/4096 g/bit	-8 ... 8
3102h	2	Beschleunigung: y-Achse	16bit signed	1/4096 g/bit	-8 ... 8
3102h	3	Beschleunigung: z-Achse	16bit signed	1/4096 g/bit	-8 ... 8
3102h	4	Ungefilterte Beschleunigung: x-Achse	16bit signed	1/4096 g/bit	-8 ... 8
3102h	5	Ungefilterte Beschleunigung: y-Achse	16bit signed	1/4096 g/bit	-8 ... 8
3102h	6	Ungefilterte Beschleunigung: z-Achse	16bit signed	1/4096 g/bit	-8 ... 8
3103h	1	Drehrate: x-Achse	16bit signed	7/800 °/s/bit	-250 ... 250
3103h	2	Drehrate: y-Achse	16bit signed	7/800 °/s/bit	-250 ... 250
3103h	3	Drehrate: z-Achse	16bit signed	7/800 °/s/bit	-250 ... 250
6511h	0	Temperatur	8bit signed	1 °C / bit	-128 ... 127

**Tabelle 23: Mappbare Objekte**

### 8.6.1 PDO Kommunikationsarten

#### 8.6.1.1 Individuelle Abfrage (Polling)

Die TPDOs können – falls aktiviert – jederzeit durch Senden eines Remote-Transmit-Request-Telegramms (RTR) abgefragt werden.

#### 8.6.1.2 Zyklisches Senden

Die Konfiguration der TPDOs 1 bis 4 erfolgt über die Objekte 1800h bis 1803h.

Das zyklische Senden des TPDO ist aktiviert, wenn der Subindex 05h (Intervallzeit in Millisekunden) einen Wert größer 0 enthält und die COB-ID an Subindex 01h gültig ist (Bit 31 gelöscht). Weiterhin muss der Subindex 02h (Übertragungstyp) den Wert 254 (asynchron, herstellerspezifisch) enthalten. Der Sensor sendet dann im Zustand OPERATIONAL zyklisch das TPDO mit der eingestellten Periodendauer.

### 8.6.1.3 Synchronisiertes Senden

Das synchronisierte Senden dient dem gleichzeitigen Abfragen der Messdaten von mehreren Sensoren. CANopen stellt hierzu das SYNC Objekt zur Verfügung, ein CAN-Telegramm hoher Priorität ohne Nutzdaten. Es wird von einem Busteilnehmer (in der Regel vom Master) zyklisch in festen Intervallen versandt. Der Sensor liest seinen aktuellen Messdaten nach jedem „n-ten“ Empfang des SYNC Objekts aus und sendet das TPDO direkt anschließend, sobald der Bus dies zulässt.

Das synchronisierte Senden wird durch Schreiben des Konfigurationsobjektes für das entsprechende TPDO aktiviert. (Objekt 1800h bis 1803h für TPDO 1 bis 4). Dafür muss der Subindex 02h (Übertragungstyp) den Wert n = 1...240 enthalten.

## 8.7 Parameterdaten: SDO

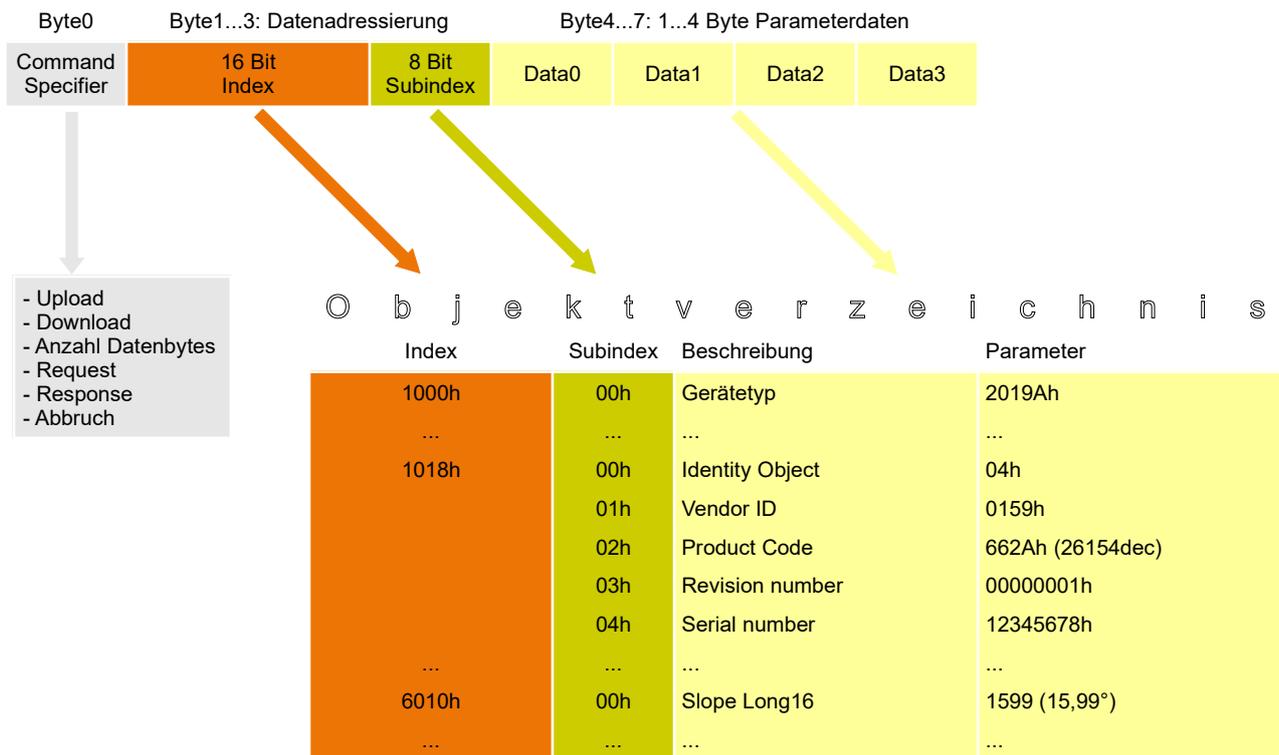


Abbildung 10: SDO Protokoll - Zugriff auf Objektverzeichnis

Die im Objektverzeichnis aufgeführten Parameter werden über Service-Daten-Objekte (SDOs) gelesen und beschrieben. Wie in 24 ersichtlich ist, besitzen die Objektdaten einen 16-Bit Index, über den ein Parameter direkt adressiert werden kann. Zudem existiert noch zu jedem Index ein 8-Bit Sub-Index, der eine weitere Auswahl innerhalb eines Indexes ermöglicht. Die 8 Byte des SDOs sind im Datenbereich der CAN-Nachricht untergebracht.

## 8.8 Objektverzeichnis

Das Objektverzeichnis enthält alle Datenobjekte, die von außen zugänglich sind und die das Verhalten von Kommunikation, Applikation und Statusmaschinen beeinflussen. Es ist in drei Teile gegliedert:

- kommunikationsspezifischer Teil (Index: 0x1000 – 0x1FFF)
- herstellerspezifischer Teil (Index: 0x2000 – 0x5FFF)
- profilspezifischer Teil (Index: 0x6000 – 0x9FFF)

Die enthaltenen Parameter können mittels des Standard SDO über Index und Subindex gelesen und geschrieben werden.

Die folgenden Abschnitte beschreiben alle Parameter im Objektverzeichnis eines Sensors mit Index, Subindex, Datentyp, Zugriffsrecht und Standardwert (Werkseinstellung). Die Spalte Speichern kennzeichnet, ob ein Parameter im internen Permanentenspeicher („save“-Signatur in OV-Index 1010h/01h schreiben) gespeichert werden kann.

## 8.8.1 Kommunikationsparameter (nach CiA DS-301)

Index	Sub-Index	Parameter	Datentyp	Zugriff	Standardwert	Speichern
1000h	0	Gerätetyp	UNS32	const	{typabh.}	
1001h	0	Fehlerregister	UNS8	ro	0	
1002h	0	Herstellerstatusregister	UNS32	ro	0	
1003h	vordefiniertes Fehlerfeld					
	0	Anzahl Fehlereinträge	UNS32	rw	0	
	1..5	Fehler-Code (ältester Fehler auf höchstem Index)	UNS32	ro	0	
1005h	0	COB-ID Sync-Nachricht	UNS32	rw	80h	
1008h	0	Gerätename	VSTR	const	{typabh.}	
100Ah	0	Softwareversion („Vxx.yy“)	VSTR	const	{typabh.}	
100Ch	0	Guard Time (Vielfaches von 1 ms)	UNS16	rw	0	x
100Dh	0	Life Time Factor	UNS8	rw	0	x
1010h	Parameter speichern (Signatur: 's','a','v','e' - 65766173h auf SubIndex 1...4)					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS32	ro	4	
	1	Alle Parameter speichern (OV: 0x1000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	2	Kommunikationsparameter speichern (OV: 0x1000-0x1FFF)	UNS32	rw	1	
	3	Applikationsparameter speichern (OV: 0x6000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	4	Herstellerparameter speichern (OV: 0x2000-0x5FFF)	UNS32	rw	1	
1011h	Standardparameter wiederherstellen (Signatur: 'l','o','a','d' - 64616F6Ch auf SubIndex 1...4)					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS32	ro	4	
	1	Alle Parameter wiederherstellen (OV: 0x1000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	2	Kommunikationsparameter wiederherstellen (OV: 0x1000-0x1FFF)	UNS32	rw	1	
	3	Applikationsparameter wiederherstellen (OV: 0x6000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	4	Herstellerparameter wiederherstellen (OV: 0x2000-0x5FFF)	UNS32	rw	1	
1014h	0	COB-ID Emergency-Nachricht	UNS32	ro	80h + Node-ID	
1015h	0	Sperrzeit zwischen zwei EMCY-Nachrichten (Vielfaches von 100 µs)	UNS16	rw	0	x
1017h	0	Heartbeat-Intervallzeit (Vielfaches von 1 ms, 0 deaktiviert)	UNS16	rw	0	x
1018h	Identity-Objekt					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	4	
	1	Vendor-ID (Herstellerkennung GEMAC Chemnitz GmbH)	UNS32	ro	159h	
	2	Produkt-Code	UNS32	ro	69ECh	
	3	Revisionsnummer	UNS32	ro	1Eh	
	4	Seriennummer	UNS32	ro	{typabh.}	
1200h	Server SDO1 Parameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	2	
	1	COB-ID Client > Server	UNS32	ro	600h + Node-ID	
	2	COB-ID Server > Client	UNS32	ro	580h + Node-ID	
1800h	Transmit PDO1 Kommunikationsparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	5	
	1	COB-ID	UNS32	ro*	180h + Node-ID	x*
	2	Übertragungstyp (synchron / asynchron-herstellerspezifisch)	UNS8	rw	1	x
	3	Sperrzeit zwischen zwei TPDO-Nachrichten (Vielfaches von 100 µs)	UNS16	rw	0	x
	4	Kompatibilitätseintrag	UNS8	rw	0	x

Index	Sub-Index	Parameter	Datentyp	Zugriff	Standardwert	Speichern
	5	Intervallzeit für zykl. Senden (Vielfaches von 1 ms, 0 deaktiviert)	UNS16	rw	0	x
1801h	Transmit PDO2 Kommunikationsparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	5	
	1	COB-ID	UNS32	ro*	280h + Node-ID	x*
	2	Übertragungstyp (synchron / asynchron-herstellerspezifisch)	UNS8	rw	1	x
	3	Sperrzeit zwischen zwei TPDO-Nachrichten (Vielfaches von 100 µs)	UNS16	rw	0	x
	4	Kompatibilitätseintrag	UNS8	rw	0	x
	5	Intervallzeit für zykl. Senden (Vielfaches von 1 ms, 0 deaktiviert)	UNS16	rw	0	x
1802h	Transmit PDO3 Kommunikationsparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	5	
	1	COB-ID	UNS32	ro*	80000380h + Node-ID	x*
	2	Übertragungstyp (synchron / asynchron-herstellerspezifisch)	UNS8	rw	1	x
	3	Sperrzeit zwischen zwei TPDO-Nachrichten (Vielfaches von 100 µs)	UNS16	rw	0	x
	4	Kompatibilitätseintrag	UNS8	rw	0	x
	5	Intervallzeit für zykl. Senden (Vielfaches von 1 ms, 0 deaktiviert)	UNS16	rw	0	x
1803h	Transmit PDO4 Kommunikationsparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	5	
	1	COB-ID	UNS32	ro*	80000480h + Node-ID	x*
	2	Übertragungstyp (synchron / asynchron-herstellerspezifisch)	UNS8	rw	1	x
	3	Sperrzeit zwischen zwei TPDO-Nachrichten (Vielfaches von 100 µs)	UNS16	rw	0	x
	4	Kompatibilitätseintrag	UNS8	rw	0	x
	5	Intervallzeit für zykl. Senden (Vielfaches von 1 ms, 0 deaktiviert)	UNS16	rw	0	x
1A00h	Transmit PDO1 Mappingparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	3	
	1	Mapping Eintrag 1	UNS32	rw	0x31020110	x
	2	Mapping Eintrag 2	UNS32	rw	0x31020210	x
	3	Mapping Eintrag 3	UNS32	rw	0x31020310	x
	4	Mapping Eintrag 4	UNS32	rw	0	x
	5	Mapping Eintrag 5	UNS32	rw	0	x
	6	Mapping Eintrag 6	UNS32	rw	0	x
	7	Mapping Eintrag 7	UNS32	rw	0	x
	8	Mapping Eintrag 8	UNS32	rw	0	x
1A01h	Transmit PDO2 Mappingparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	3	
	1	Mapping Eintrag 1	UNS32	rw	0x31030110	x
	2	Mapping Eintrag 2	UNS32	rw	0x31030210	x
	3	Mapping Eintrag 3	UNS32	rw	0x31030310	x
	4	Mapping Eintrag 4	UNS32	rw	0	x
	5	Mapping Eintrag 5	UNS32	rw	0	x
	6	Mapping Eintrag 6	UNS32	rw	0	x
	7	Mapping Eintrag 7	UNS32	rw	0	x
	8	Mapping Eintrag 8	UNS32	rw	0	x

Index	Sub-Index	Parameter	Datentyp	Zugriff	Standardwert	Speichern
1A02h	Transmit PDO3 Mappingparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	0	
	1	Mapping Eintrag 1	UNS32	rw	0	x
	2	Mapping Eintrag 2	UNS32	rw	0	x
	3	Mapping Eintrag 3	UNS32	rw	0	x
	4	Mapping Eintrag 4	UNS32	rw	0	x
	5	Mapping Eintrag 5	UNS32	rw	0	x
	6	Mapping Eintrag 6	UNS32	rw	0	x
	7	Mapping Eintrag 7	UNS32	rw	0	x
	8	Mapping Eintrag 8	UNS32	rw	0	x
1A03h	Transmit PDO4 Mappingparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	0	
	1	Mapping Eintrag 1	UNS32	rw	0	x
	2	Mapping Eintrag 2	UNS32	rw	0	x
	3	Mapping Eintrag 3	UNS32	rw	0	x
	4	Mapping Eintrag 4	UNS32	rw	0	x
	5	Mapping Eintrag 5	UNS32	rw	0	x
	6	Mapping Eintrag 6	UNS32	rw	0	x
	7	Mapping Eintrag 7	UNS32	rw	0	x
	8	Mapping Eintrag 8	UNS32	rw	0	x
1F51h	Programmdownload - Steuerung					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	1	
	1	Bereich Firmware	UNS8	rw	1	

\* das Gültigkeitsbit (Bit 31) der COB-ID wird gespeichert

**Tabelle 24: Kommunikationsparameter im Objektverzeichnis**

### 8.8.1.1 Fehlerregister (1001h)

Das Fehlerregister zeigt den allgemeinen Fehlerstatus des Gerätes an. Jedes Bit steht dabei für eine Fehlergruppe. Ist ein Bit gesetzt (= 1), so ist mindestens ein Fehler dieser Gruppe gerade aktiv. Der Inhalt dieses Registers wird in jeder EMCY-Nachricht übertragen. Folgende Fehlergruppen können auftreten:

Fehlerregister (1001h)							
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Herstellerspezifischer Fehler	Accuracy Warning	Profilspezifischer Fehler	Kommunikationsfehler	unbenutzt			mind. ein Fehler aktiv

**Tabelle 25: Fehlerregister (1001h)**

Befindet sich das Gerät im Fehlerzustand (mindestens ein Fehler aktiv), wird dies durch das gesetzte Bit 0 angezeigt. Bei Auftreten eines Kommunikationsfehlers (Überlauf der Sende-/Empfangspuffer, Guardingfehler oder CAN-Controller im Modus Passiv/Bus-Off) wird das Bit 4 gesetzt. Ein profilspezifischer Fehler (Sensorfehler) wird durch das Bit 5 angezeigt. Das Bit 7 signalisiert einen herstellerspezifischen Fehler (EEPROM-Fehler).

### 8.8.1.2 Herstellerstatusregister (1002h)

Dieses Register zeigt den aktuellen Zustand sämtlicher detektierbarer Fehler an. Jedes Bit steht dabei für einen bestimmten Fehler. Ist ein Bit gesetzt (= 1), so ist dieser Fehler gerade aktiv. Die niederwertigen 16 Bit dieses Registers (Bit 15...Bit 0) werden in jeder EMCY-Nachricht in den ersten zwei Bytes des herstellerspezifischen Teils übertragen und ebenfalls in das Zusatzinformationsfeld (Bit 31...Bit 16) des vordefinierten Fehlerfelds 1003h eingetragen. Die Definitionen der einzelnen Bits in den Bitfeldern „Gerätefehler“ und „Kommunikationsfehler“ sind in 33 dargestellt.

Herstellerstatusregister (1002h)		
Bit31...Bit16	Bit15...Bit8	Bit7...Bit0
unbenutzt	Bitfeld Kommunikationsfehler	Bitfeld Gerätefehler

**Tabelle 26: Herstellerstatusregister (1002h)**

### 8.8.1.3 Vordefiniertes Fehlerfeld (1003h)

Der Sensor führt eine Fehlerliste über die fünf zuletzt aufgetretenen Fehler. Der Eintrag 1003h/00h enthält die Anzahl der Fehlereinträge im Fehlerfeld. Alle anderen Subindizes beinhalten sämtliche aufgetretene Fehlerzustände in chronologischer Reihenfolge, wobei der zuletzt aufgetretene Fehler immer unter Subindex 01h zu finden ist. Der älteste Fehler befindet sich im höchsten verfügbaren Subindex (Wert von 1003h/00h) und wird als erstes bei Auftreten von mehr als fünf Fehlern aus der Liste entfernt. Tritt ein Fehler ein, so wird ein neuer Fehlereintrag in 1003h hinzugefügt und ebenfalls per EMCY-Nachricht mitgeteilt. Ein Fehlereintrag ist wie folgt aufgebaut:

Fehlereintrag im vordefinierten Fehlerfeld (1003h)				
Zusatzinformationsfeld (Bit31...Bit16)		Fehler-Code (Bit15...Bit0)		
Bit15...Bit0 des Herstellerstatusregisters 1002h (zum Zeitpunkt des Fehlereintritts)		0000h Fehler rückgesetzt oder kein Fehler mehr vorhanden		
<table border="1"> <tr> <td>Bitfeld Kommunikationsfehler</td> <td>Bitfeld Gerätefehler</td> </tr> </table>		Bitfeld Kommunikationsfehler	Bitfeld Gerätefehler	5010h Sensorfehler
		Bitfeld Kommunikationsfehler	Bitfeld Gerätefehler	
		8110h Empfangs-/Sendepuffer-Überlauf		
		8120h CAN Warning Limit überschritten		
8130h Node Guard Event				
		8140h Bus-Off Zustand verlassen		

**Tabelle 27: Fehlereintrag im vordefinierte Fehlerfeld (1003h)**

Die Fehlerliste kann komplett gelöscht werden, indem der Eintrag 1003h/00h mit „0“ beschrieben wird.

### 8.8.1.4 Parameter speichern (1010h) und wiederherstellen (1011h)

Werden Parameter im Objektverzeichnis geändert, so treten die Änderungen sofort in Kraft. Damit die geänderten Parameter auch nach einem Reset weiterhin aktiv sind, müssen diese im internen Permanentenspeicher gesichert werden. Durch das Schreiben der Signatur „save“ (65766173h) auf den Eintrag 1010h/01h werden alle aktuellen Parameter des Objektverzeichnisses in den Permanentenspeicher übertragen.

Das Objektverzeichnis kann über den Eintrag 1011h/01h auf Werkseinstellungen zurückgesetzt werden, indem die Signatur „load“ (64616F6Ch) auf diesen Eintrag geschrieben wird. Damit werden die Werkparameter in den Permanentenspeicher geschrieben. Nach einem „Reset Application“ (NMT-Kommando) bzw. einem Hardware-Reset treten die Änderungen in Kraft (wird lediglich ein „Reset Communication“ (NMT-Kommando) gesendet, so werden zunächst nur die Werkseinstellungen der Kommunikationsparameter wirksam).

Durch Schreiben der Signatur auf Subindex: 02h, 03h oder 04h besteht die Möglichkeit nur Teile des Objektverzeichnis zu speichern oder zu laden.

### 8.8.1.5 Transmit PDO – Übertragungstyp (1800h / 1801h / 1802h / 1803h)

Über den Subindex 02h kann festgelegt werden, wie das Versenden des PDOs ausgelöst wird.

Transmit PDO - Übertragungstyp	
Übertragungstyp	Beschreibung
1...240	Synchron (zyklisch) Übertragung nach jedem 1...240ten Empfang des SYNC Objektes nur „Synchronisierte Übertragung“ mittels SYNC möglich
253	Übertragung ausschließlich mit RTR
254	Asynchron, herstellerspezifisch „Zyklisches Senden“ durch entsprechende Konfiguration aktivierbar

**Tabelle 28: Transmit PDO - Übertragungstyp**

### 8.8.2 Herstellerspezifischer Teil

Index	Sub-Index	Parameter	Datentyp	Zugriff	Standardwert	Speichern
2002h	0	Automatische Bus-Off Erholung	BOOL	rw	0	x
3000h	Tiefpassfiltereinstellungen					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	2	
	1	Filtertyp (0=aus, 1=Butterworth, 2=Kritisch gedämpft)	UNS16	rw	2	x
	2	Grenzfrequenz Tiefpassfilter (100...25000/8000, in mHz)	UNS16	rw	5000	x
3102h	Ausgabe Beschleunigung					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	3	
	1	Beschleunigung X-Achse (in 1/4096 g)	INT16	ro	-	
	2	Beschleunigung Y-Achse (in 1/4096 g)	INT16	ro	-	
	3	Beschleunigung Z-Achse (in 1/4096 g)	INT16	ro	-	
	4	Ungefilterte Beschleunigung X-Achse (in 1/4096 g)	INT16	ro	-	
	5	Ungefilterte Beschleunigung Y-Achse (in 1/4096 g)	INT16	ro	-	
	6	Ungefilterte Beschleunigung Z-Achse (in 1/4096 g)	INT16	ro	-	
3103h	Ausgabe Drehrate					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	3	
	1	Drehrate X-Achse (in 7/800 °/s)	INT16	ro	-	
	2	Drehrate Y-Achse (in 7/800 °/s)	INT16	ro	-	
	3	Drehrate Z-Achse (in 7/800 °/s)	INT16	ro	-	
5555h	reservierter Index (ausschließlich für Herstellerzugriff)					

**Tabelle 29: Herstellerspezifischer Teil des Objektverzeichnisses**

#### 8.8.2.1 Automatische Bus-Off Erholung (2002h)

Diese Eigenschaft regelt das Verhalten des Sensors, wenn er sich im Zustand Bus-Off befindet. Falls aktiviert, so kann der Sensor aus diesem wieder in den fehler-aktiven Zustand mit zurückgesetzten Fehlerzählern wechseln. Dazu muss er 128 mal 11 aufeinanderfolgende rezessiven Bits auf dem Bus detektieren.

Falls deaktiviert, bleibt der Sensor im Zustand Bus-Off.

### 8.8.2.2 Tiefpassfiltereinstellungen (3000h)

Über den Eintrag 3000h/01h wird der Tiefpassfilter ausgewählt. Die Grenzfrequenz wird über das Objekt 3000h/02 eingestellt. Dabei sind Werte von 100 (= 0,1 Hz) bis 25000/8000 (= 25 Hz/8 Hz) zulässig. Eine Beschreibung des Filters ist in Kapitel 6.1 „Tiefpassfilter“ zu finden.

Filter	Filtertyp (3000h/01h)	einstellbarer Frequenzbereich (3000h/02h)	Einsatzfälle
deaktiviert	0	-	statische Beschleunigungsmessung bei Anwendungen ohne äußere Krafteinwirkungen
Butterworth	1	0,1 Hz ... 25 Hz	statische Beschleunigungsmessung bei hoher Dämpfung gegenüber Vibrationen
Kritisch gedämpft	2	0,1 Hz ... 8 Hz	Beschleunigungsmessung bei Anwendungen, die einer gewissen Dynamik unterliegen, ohne Überschwingen bei Beschleunigungsänderungen bei gleichzeitig guter Dämpfung

**Tabelle 30: Filterauswahl**

## 8.9 Fehlermeldungen: Emergency

Mit Hilfe von Emergency-Nachrichten werden wichtige interne Gerätefehler und CAN-Kommunikationsfehler an andere Teilnehmer im Bus übermittelt. Tritt einer dieser Fehler ein, so werden die OV-Einträge 1001h (Fehlerregister), 1002h (Herstellerstatusregister) und 1003h (vordefiniertes Fehlerfeld) aktualisiert. Wenn ein Fehler beseitigt wird, so wird eine Emergency-Nachricht mit dem Error Code 0x0000 gesendet. Dabei werden verbleibende Fehler im Byte 2 (Error Register) und den Bytes 3 und 4 des herstellerspezifischen Fehlerfeldes signalisiert. Sobald das Gerät fehlerfrei ist, sendet es eine Emergency-Nachricht, welche nur Nullen enthält. Der aktuelle Gerätezustand (Pre-Operational, Operational oder Stopped) wird von den Fehlerzuständen, außer beim Guardingfehler, nicht beeinflusst.

Emergency-Nachrichten werden mit hoher Priorität auf dem Bus gesendet und sind stets 8 Byte lang. Der Aufbau des Telegrammes ist in 31 dargestellt:

Emergency Object							
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
Emergency Error Code		Error Register (1001h)	Herstellerspezifisches Fehlerfeld				
			Bitfeld Kommunikationsfehler	Bitfeld Gerätefehler	0x00	0x00	0x00

**Tabelle 31: Emergency Object**

Emergency Error Codes	
0x0000	Ein Fehler wurde rückgesetzt oder kein Fehler mehr vorhanden (Error Register = 0)
0x5010	Sensorfehler
0x5040	Genauigkeitswarnung: Werte für Beschleunigung oder Drehrate außerhalb des Messbereichs, Genauigkeit des Sensors ist eingeschränkt
0x8110	Empfangs-/Sendepuffer-Überlauf, CAN Nachrichten gingen verloren
0x8120	CAN Warning Limit überschritten
0x8130	Der Ausfall des Guarding-Masters wurde erkannt (Node Guard Event)
0x8140	Bus-Off Zustand verlassen

**Tabelle 32: Emergency Error Codes**

Bitfeld Gerätefehler	
0x01	Sensorfehler
0x80	EEPROM Fehler: Beim Speichern der Konfiguration ist ein Fehler aufgetreten
Bitfeld Kommunikationsfehler	
0x01	CAN Warning Limit überschritten (zu viele Error Frames)
0x02	CAN Bus-Off Zustand wurde erreicht. Es wird eine Emergency-Nachricht nach automatischen Verlassen des Bus-Off Zustandes gesendet.
0x04	Receive Queue Overrun,      Empfangspuffer-Überlauf, CAN Nachrichten gingen verloren
0x08	Transmit Queue Overrun,      Sendepuffer-Überlauf, CAN Nachrichten gingen verloren
0x80	Guarding Error,                  Der Ausfall des Guarding-Masters wurde erkannt (Node Guard Event)

**Tabelle 33: Emergency: Manufacturer Specific Error Field**

## 8.10 Ausfallüberwachung

Da sich in einem CANopen Netzwerk die Knoten bei der ereignisgesteuerten Übertragung nicht regelmäßig melden, stehen für die Ausfallüberwachung Heartbeat- sowie Nodeguarding- / Lifeguarding-Mechanismen zur Verfügung. Es kann nur eine der beiden Überwachungsmethoden zum Einsatz kommen.

### 8.10.1 Nodeguarding / Lifeguarding

Nodeguarding ist die Überwachung eines oder mehrerer Knoten durch den NMT-Master. Dazu sendet dieser periodisch ein RTR-Telegramm an den zu überwachenden Slave, welcher darauf mit seinem Status sowie einem Toggle-Bit antwortet. Falls Status oder Toggle-Bit nicht mit den vom Guarding-Master erwarteten Daten übereinstimmen oder falls keine Antwort erfolgt, geht der Master von einem Fehler des Slaves aus.

Mit diesem Mechanismus kann der zu überwachende Knoten auch den Ausfall des Guarding-Masters erkennen. Dazu werden zwei Parameter verwendet. Die Intervallzeit, mit welcher der Guarding-Master den zu überwachenden Sensor abfragt, ist die „Guard Time“ (100Ch). Ein zweiter Parameter, der „Life Time Factor“ (100Dh), definiert einen Multiplikator, nach welchem die Verbindung als unterbrochen gilt. Diese Zeit wird als Lebenszeit des Knotens („Node Life Time“) bezeichnet.

$$\text{„Node Life Time“} = \text{„Guard Time“} \times \text{„Life Time Factor“}$$

Sollte der Sensor innerhalb dieser parametrisierten Zeit keine Guarding-Anforderung vom Master erhalten, so geht er von einem Masterausfall aus, sendet ein Emergency Telegramm und geht in den Zustand Pre-Operational zurück. Falls einer der beiden Parameter „0“ ist (Default-Einstellung), erfolgt keine Überwachung des Masters (kein Lifeguarding).

### 8.10.2 Heartbeat

Heartbeat ist ein Ausfallüberwachungsmechanismus, der ohne die Verwendung von RTR-Telegrammen auskommt. Dazu sendet der Sensor zyklisch eine Heartbeat-Nachricht, welche den Status des Gerätes enthält. Der Master kann diese Telegramme überwachen. Heartbeat wird aktiviert, sobald im Register Heartbeat-Intervallzeit (1017h) ein Wert größer „0“ eingetragen ist.

#### Hinweis:

Heartbeat hat einen erheblichen Einfluss auf die Buslast des CANopen Netzwerkes – erzeugt aber nur eine halb so hohe Buslast wie Nodeguarding / Lifeguarding.

## 8.11 LSS: Layer Setting Service (nach CiA DSP-305)

### 8.11.1 Einstellung von Node-ID und Baudrate

Die Einstellung der Teilnehmeradresse (Node-ID) und der Baudrate wird über LSS (Layer Setting Service) realisiert. Für die Kommunikation zwischen LSS-Master und LSS-Slave (Sensor) dienen zwei CAN-Identifizierer (7E5h und 7E4h). Der Sensor besitzt eine eindeutige 128 Bit LSS-Adresse, über die er im CAN-Netzwerk angesprochen werden kann. Diese setzt sich aus den drei 32 Bit Parametern des Identity-Objekts 1018h und der Seriennummer zusammen:

Vendor-ID	0000 0159h	(Herstellerkennung: GEMAC Chemnitz GmbH)
Produkt-Code	0000 69ECh	(6603h = 26115dec = PR- <b>26115-30</b> )
Revisionsnummer	0000 001Eh	(1Eh = 30dec = PR-26115- <b>30</b> )
Seriennummer	xxxx xxxxh	(Seriennummer des Sensors → Typenschild)

Die Standardwerte für Node-ID und Baudrate bei Auslieferung (Werksparemeter) sind:

Node-ID	10
Baudrate	automatische Baudratenerkennung

Index	Baudrate
0	1 MBit/s
1	800 kBit/s
2	500 kBit/s
3	250 kBit/s
4	125 kBit/s
5	unbenutzt
6	50 kBit/s
7	20 kBit/s
8	10 kBit/s
9	Automatische Baudratenerkennung

**Tabelle 34: LSS Baudratenindex nach CiA DSP-305**

## 8.12 Automatische Baudratenerkennung (nach CiA AN-801)

Die automatische Baudratenerkennung dient der automatischen Einstellung der Baudrate des Sensors auf die im Netzwerk vorhandene Baudrate. Dazu befindet sich der Sensor nach dem Einschalten der Stromversorgung im sogenannten „Listen-Only“-Modus, in welchem er die auf dem CAN-Bus befindlichen Telegramme beobachtet, aber selbst kein Acknowledge gibt. Dieser Betriebszustand ist durch das Flackern der RUN-LED gekennzeichnet (siehe auch Kapitel 8.13 „Status-LED (nach CiA DR-303-3)“). In diesem Zustand testet er alle verfügbaren Baudraten. Bei Empfang eines gültigen CAN-Telegrammes ist die richtige Baudrate gefunden und wird eingestellt. Anschließend startet der Sensor neu, meldet sich mit einer Boot-Up Nachricht und geht in den Modus Pre-Operational (siehe auch 9).

### Hinweis:

Für die korrekte Funktion der automatischen Baudratenerkennung müssen Telegramme von anderen Bus-Teilnehmern vorhanden sein.

### 8.13 Status-LED (nach CiA DR-303-3)

Die eingebaute Status-LED zeigt den aktuellen Gerätezustand (RUN LED, grün) sowie eventuell aufgetretene CAN-Kommunikationsfehler an (ERROR LED, rot). Anhand der Farbe und Blinkfrequenz werden die in 35 dargestellten Zustände unterschieden.

Status-LED		
RUN LED	LED-Zustand	Beschreibung
 ...	Aus	Das Gerät ist im Zustand Reset oder keine Stromversorgung vorhanden
 ...	Flackert	Automatische Baudratenerkennung läuft gerade (aktiv)
 ...	Blinken	Das Gerät ist im Zustand Pre-Operational
 ...	Einfach Flash	Das Gerät ist im Zustand Stopped
 ...	Ein	Das Gerät ist im Zustand Operational
ERROR LED	LED-Zustand	Beschreibung
 ...	Aus	Das Gerät arbeitet fehlerfrei
 ...	Einfach Flash	Fehlerzähler CAN-Controller hat seine Warngrenze erreicht oder überschritten
 ...	Doppelt Flash	Das Gerät hat den Ausfall des Guarding-Masters erkannt (Node Guard Event)
 ...	Ein	Das Gerät ist im Zustand „Bus Off“

Legende:  LED aus  LED an  LED flackert (50 ms an/aus) Dauer eines  : 200 ms

**Tabelle 35: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED**

## 9 Funktionsbeschreibung SAE J1939 Schnittstelle

### 9.1 Telegrammformat

SAE J1939 verwendet erweiterte 29bit Identifier für die Kommunikation auf dem CAN-Bus. Allgemein kann man Telegramme unterscheiden, die zwischen zwei Teilnehmern mit direkter Adressierung ausgetauscht werden (PDU-Format 1) und Broadcast-Nachrichten, welche an alle Teilnehmer auf dem Bus gesendet werden (PDU-Format 2).



Abbildung 11: SAE J1939 CAN-Identifier

Für Punkt-zu-Punkt Nachrichten sind die Werte 00h bis EFh für das PDU-Format reserviert; die PGN enthält außerdem die Zieladresse. Broadcast-Nachrichten werden mit Werten von F0h bis FFh für das PDU-Format versendet. Durch das Feld Group Extension wird die Anzahl verfügbarer Broadcast-Nachrichten erhöht. Der Sensor verwendet Broadcast-Nachrichten mit PDU-Format 2 für das Aussenden der Prozessdaten (Rohdaten, siehe Kapitel 9.3 „Prozessdaten (Transmit PGNs)“). Zur Konfiguration wird die direkte Adressierung im PDU-Format 1 unter Verwendung der Proprietary A PGN unterstützt (siehe Kapitel 9.4 „Sensor Konfiguration“).

### 9.2 Geräte name und Adresse

Der Sensor startet bei Werkseinstellungen mit der Adresse 128 (80h). Es wird die dynamische Adressvergabe unterstützt. Beim Start sendet der Sensor ein entsprechendes Address-Claim-Telegramm mit der verwendeten Adresse. Dieses Telegramm enthält den 64bit Gerätenamen, wodurch der Sensor eindeutig identifiziert werden kann. Anhand des Namens wird außerdem die Priorität auf dem Bus festgelegt.

Der 64bit Geräte name enthält folgende Felder:

- Arbitrary Address Capable, Unterstützung der dynamischen Adressvergabe (1 Bit)
- Industry Group (3 Bit)
- Vehicle System Instance (4 Bit)
- Vehicle System (7 Bit)
- Function (8 Bit)
- Function Instance (5 Bit)
- ECU Instance (3 Bit)
- Manufacturer Code (11 Bit)
- Identity Number (21 Bit)

Der Manufacturer Code stellt die Herstellerkennung GEMAC Chemnitz GmbH dar (Wert 854 dezimal). Die Identity Number entspricht der SAE J1939 Seriennummer des Sensors.

Ab Werk sind folgende Felder des Gerätenamens voreingestellt:

- Manufacturer Code: 854 (GEMAC Chemnitz GmbH)
- Identity Number: SAE J1939 Seriennummer des Sensors
- Industry Group: 0
- Vehicle System: 0
- Function: 145 (Inertial Sensor)

Die restlichen Bereiche können durch den Benutzer über das Konfigurationsprotokoll geändert werden (siehe Kapitel 9.4 „Sensor Konfiguration“).

### 9.3 Prozessdaten (Transmit PGNs)

Für das Senden der Messdaten unterstützt der Sensor PGN 61482 (Angular Rate Information) und PGN 61485 (Acceleration Sensor). Außerdem sind für weitere Ausgabeformate Proprietary B Nachrichten (Broadcast) verfügbar.

Das Gerät unterstützt 5 verschiedene Parametergruppen (TxPGNs):

- TxPGN3 61482 Angular Rate Information
- TxPGN4 61485 Acceleration Sensor
- Proprietary B TxPGN8 65283 Beschleunigung x, y, z
- Proprietary B TxPGN9 65284 Drehrate x, y, z
- Proprietary B TxPGN10 65285 Beschleunigung ungefiltert x, y, z

Die Aktivierung/Deaktivierung des Sendens, die Zykluszeit und die Priorität der Nachrichten, sowie bei den Proprietary B PGNs das LSB der PG-Nummer können über Konfigurationsnachrichten eingestellt werden. Per Default sind TxPGNs 3 (Angular Rate Information) und 4 (Acceleration Sensor) mit einer Zykluszeit von 10 ms aktiviert.

PGN	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
61482	Angular Rate Information	Pitch Rate (ext. Range)	0	16	1/128°/s/bit	-250°/s	-250...250°/s
		Roll Rate (ext. Range)	16	16	1/128°/s/bit	-250°/s	-250...250°/s
		Yaw Rate (ext. Range)	32	16	1/128°/s/bit	-250°/s	-250...250°/s
		Pitch Rate Status	48	2	4 States	0	0...3
		Roll Rate Status	50	2	4 States	0	0...3
		Yaw Rate Status	52	2	4 States	0	0...3
		Latenz	56	8	0,5 ms/bit	0	0...125 ms

**Tabelle 36: Transmit PGN 3 - 61482 Angular Rate Information**

Latenz beschreibt nur die interne Latenz des Sensors und ist als Zeit zwischen Datenaufnahme im Sensor und Ausgabe auf die CAN-Schnittstelle definiert. Zusätzliche Latenzen, die durch den CAN-Bus und die allgemeine Systemimplementierung entstehen, bleiben unberücksichtigt.

PGN	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
61485	Acceleration Sensor	Beschleunigung lateral (Y-Achse)	0	16	0,01 m/s <sup>2</sup> /bit	-320m/s <sup>2</sup>	-80...80m/s <sup>2</sup>
		Beschleunigung longitudinal (X-Achse)	16	16	0,01 m/s <sup>2</sup> /bit	-320m/s <sup>2</sup>	-80...80m/s <sup>2</sup>
		Beschleunigung vertikal (Z-Achse)	32	16	0,01 m/s <sup>2</sup> /bit	-320m/s <sup>2</sup>	-80...80m/s <sup>2</sup>
		Beschleunigung lateral Status	48	2	4 States	0	0...3
		Beschleunigung longitudinal Status	50	2	4 States	0	0...3
		Beschleunigung vertikal Status	52	2	4 States	0	0...3
		Unterstützte Ausgaberate	54	2	4 States	0	0...3

Tabelle 37: Transmit PGN 4 - 61485 Acceleration Sensor

PGN*	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
65283	Proprietary B TxPGN8 Beschleunigung	Beschleunigung X-Achse	0	16	1/4096g / bit	0	-8g...8g
		Beschleunigung Y-Achse	16	16	1/4096g / bit	0	-8g...8g
		Beschleunigung Z-Achse	32	16	1/4096g / bit	0	-8g...8g

Tabelle 38: Transmit PGN 8 - Beschleunigung

PGN*	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
65284	Proprietary B TxPGN9 Drehrate	Drehrate X-Achse	0	16	7/800°/s / bit	0	-250...250°/s
		Drehrate Y-Achse	16	16	7/800°/s / bit	0	-250...250°/s
		Drehrate Z-Achse	32	16	7/800°/s / bit	0	-250...250°/s

Tabelle 39: Transmit PGN 9 - Drehrate

PGN*	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
65285	Proprietary B TxPGN10 Beschleunigung ungefiltert	Beschleunigung X-Achse	0	16	1/4096g / bit	0	-8g...8g
		Beschleunigung Y-Achse	16	16	1/4096g / bit	0	-8g...8g
		Beschleunigung Z-Achse	32	16	1/4096g / bit	0	-8g...8g

Tabelle 40: Transmit PGN 10 - Beschleunigung ungefiltert

Die Bedeutung der Statusbits der in den PGNs beschriebenen Ausgabewerte ist in 41 erläutert.

Zustand der Status Bits	Bedeutung
00	Das beschriebene Datum ist gültig und liegt innerhalb der Spezifikation des Sensors.
01	Die auf den Sensor einwirkenden Kräfte liegen außerhalb der Spezifikation. Das beschriebene Datum ist ungültig.
10	Fehler
11	Nicht verfügbar

Tabelle 41: Status Bits im PGN

## 9.4 Sensor Konfiguration

Für die Konfiguration des Sensors wird Proprietary A PGN 61184 (Punkt-zu-Punkt) verwendet. Der Datenteil des Telegramms besitzt folgenden Aufbau:

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
INDEX		CMD	STATUS	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3

INDEX                      Parameter-Index (siehe 42)  
 CMD                        Command (0x01: Lesen, 0x02: Schreiben)  
 STATUS                    Status (nur in Antwort vom Sensor gültig, siehe 45)  
 DATA0...DATA3        Datenteil 0 bis 4 Bytes (gültige Länge abhängig vom Format des jeweiligen Index)

Index	Parameter	Format	Werte	Zugriff
0x1000	Vendor-ID	UNS32	-	ro
0x1001	Produkt-ID	UNS32	-	ro
0x1002	Produkt-Revision	UNS32	-	ro
0x1003	Seriennummer	UNS32	-	ro
0x1004	Firmware-Version	UNS16	-	ro
0x1005	Geräte-ID	UNS32	-	
0x1100	Gerätestatus	UNS8	-	ro
0x2000	CAN Baudrate	UNS16	0: Autobaud 250 (default) 10, 20, 50, 100, 125, 500, 800, 1000	rw
0x2001	Geräteadresse	UNS8	128 (default)	rw
0x2002	automatic Bus-Off Recovery	UNS8	0: (default) deaktiviert 1: aktiviert	rw
0x2010	Arbitrary Address Capable	UNS8	0: address claiming deaktiviert 1: address claiming aktiviert (default)	rw
0x2011	Industry Group	UNS8	0	ro
0x2012	Vehicle system instance	UNS8	0...15 (default: 0)	rw
0x2013	Vehicle system	UNS8	0	ro
0x2014	Function	UNS8	145	ro
0x2015	Function Instance	UNS8	0...31 (default: 0)	rw
0x2016	ECU Instance	UNS8	0...7 (default: 0)	rw
0x2100	Tiefpassfilter Filtertyp	UNS16	0: deaktiviert 1: Butterworth Filter 2: kritisch gedämpft (default)	rw
0x2101	Tiefpassfilter Grenzfrequenz	UNS16	100...25000 mHz default: 5000 mHz	rw
0x2300	Parameter speichern	VSTR	'SAVE' (45564153h) schreiben um Konfiguration dauerhaft zu speichern	wo
0x2301	Parameter laden	VSTR	'LOAD' (44414F4Ch) schreiben um Parameter aus dem Permanentenspeicher zu laden	wo
0x2302	Defaultparameter laden	VSTR	'CLR' (524C43h) schreiben um Werkseinstellungen wiederherzustellen	wo
0x2303	Reset ausführen	VSTR	'RST' (545352h) schreiben um Gerätereset auszuführen	wo
<b>Konfiguration TxPGNs</b>				
0x3020	TxPGN3 Zykluszeit PGN 61482 Angular Rate Information	UNS16	0: deaktiviert 10...10000 ms Zykluszeit default: 10 ms	rw

Index	Parameter	Format	Werte	Zugriff
0x3021	TxPGN3 Priorität PGN 61482 Angular Rate Information	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3030	TxPGN4 Zykluszeit PGN 61485 Acceleration Sensor	UNS16	0: deaktiviert 10...10000 ms Zykluszeit default: 10 ms	rw
0x3031	TxPGN4 Priorität PGN 61485 Acceleration Sensor	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3070	TxPGN8 Zykluszeit PGN 65283 Beschleunigung x, y, z	UNS16	0: deaktiviert (default) 10...10000 ms Zykluszeit	rw
0x3071	TxPGN8 Priorität PGN 65283 Beschleunigung x, y, z	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3072	TxPGN8 LSB PGN 65283 Beschleunigung x, y, z	UNS8	0x00...0xFF default: 0x03	rw
0x3080	TxPGN9 Zykluszeit PGN 65284 Drehrate x, y, z	UNS16	0: deaktiviert (default) 10...10000 ms Zykluszeit	rw
0x3081	TxPGN9 Priorität PGN 65284 Drehrate x, y, z	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3082	TxPGN9 LSB PGN 65284 Drehrate x, y, z	UNS8	0x00...0xFF default: 0x04	rw
0x3090	TXPGN10 Zykluszeit PGN 65285 Beschleunigung ungefiltert x, y, z	UNS16	0: deaktiviert (default) 10...10000 ms Zykluszeit	rw
0x3091	TXPGN10 Priorität PGN 65285 Beschleunigung ungefiltert x, y, z	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3092	TXPGN10 LSB PGN 65285 Beschleunigung ungefiltert x, y, z	UNS8	0x00...0xFF default: 0x05	rw
<b>Prozessdaten</b>				
0x5001	Temperatur lesen	INT8	Temperatur in °C	ro

**Tabelle 42: Konfigurationsparameter**

Zum dauerhaften Speichern der Parameter muss das „SAVE“ Kommando (Index 0x2300) gesendet werden. Die CAN-Baudrate und Geräteadresse werden beim Schreiben im Permanentenspeicher abgelegt, jedoch nicht sofort übernommen. Zur Übernahme der neuen Parameter ist ein Neustart des Sensors notwendig.

#### 9.4.1 Beispiele SAE J1939 Kommunikation

	CAN-Identifizier	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
		INDEX	CMD	STATUS	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3	
Anfrage	0x0CEF8001	0x04	0x10	0x01	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
Antwort	0x0CEF0180	0x04	0x10	0x01	0x00	0x01	0x00	0x00	0x00

**Tabelle 43: Firmware-Version des Sensors mit Adresse 128 lesen**

	CAN-Identifizier	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
		INDEX		CMD	STATUS	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3
Anfrage	0x0CEF8001	0x00	0x21	0x02	0x00	0x02	0x00	0x00	0x00
Antwort	0x0CEF0180	0x00	0x21	0x02	0x00	0x02	0x00	0x00	0x00

**Tabelle 44: Aktivieren des kritisch gedämpften Filters bei Sensor mit Adresse 128**

#### 9.4.2 Bedeutung Statusbyte

Wert	Bedeutung
0x00	Ok, Befehl erfolgreich
0xF0	ungültiger Index
0xF1	ungültiger Parameter, außerhalb Wertebereich
0xF2	EEPROM Lese-/Schreibfehler

**Tabelle 45: Statusbyte**

## 10 Wartung und Kundendienst

### 10.1 Kalibrierung

Jeder GEMAC Motus® wird vor der Auslieferung standardmäßig vom Hersteller GEMAC Chemnitz GmbH kalibriert.

Selbst die hochwertigsten Sensoren müssen in bestimmten Intervallen neu kalibriert werden, um weiterhin zuverlässig sichere und fehlerfreie Messergebnisse liefern zu können. Wir empfehlen Ihnen daher eine regelmäßige Rekalibrierung. Diese erfolgt ausschließlich vom Hersteller GEMAC GmbH.

### 10.2 Kundendienst

#### 10.2.1 Rücksendung

Die Rücksendung des GEMAC Motus® IB für Kalibrier- oder Reparaturarbeiten darf nur in der Originalverpackung oder in einer gleichwertigen Verpackung erfolgen. Bitte geben Sie eine kurze Fehlerbeschreibung und Ihre Telefonnummer für Rückfragen an.

#### 10.2.2 Support

Bei technischen Rückfragen geben Sie bitte Seriennummer und Firmwareversionsnummer des Sensors an.

**Hersteller:** GEMAC Chemnitz GmbH  
Zwickauer Str. 227  
09116 Chemnitz  
Tel.: +49 371 3377-0  
Fax: +49 371 3377-272  
Web: [www.gemac-chemnitz.com](http://www.gemac-chemnitz.com)  
E-Mail: [info@gemac-chemnitz.de](mailto:info@gemac-chemnitz.de)

#### 10.2.3 Gewährleistung und Haftungseinschränkung

Für den GEMAC Motus® IB besteht eine Gewährleistung von 24 Monaten, welche mit dem Lieferdatum beginnt. Innerhalb dieser Zeit anfallende Reparaturen, die unter die Gewährleistungspflicht des Herstellers fallen, werden kostenfrei ausgeführt. Schäden, die durch unsachgemäßen Gebrauch oder durch Einsatz außerhalb der in diesem Handbuch angegebenen Spezifikation verursacht werden, fallen nicht unter die Verpflichtungen.

Die GEMAC Chemnitz GmbH haftet für Folgeschäden nur im Falle des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit, die aus der Verwendung des Produktes entstehen.

Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der GEMAC Chemnitz GmbH.

## 11 Sensorkonfiguration

### 11.1 Programmieradapter

Der separat erhältliche Programmieradapter (Starter-Kit ISPA2 - PR-23999-10) dient der komfortablen Einstellung des Sensors. Der Programmieradapter wird über USB mit einem PC verbunden. Über das beiliegende CAN Adapterkabel erfolgt die Verbindung des Sensors mit dem Programmieradapter. Der Sensor wird über diesen mit Spannung versorgt. Es ist keine zusätzliche Spannungsversorgung notwendig.



Abbildung 12: Starter-Kit

## 11.2 PC-Software ISDControl

Über die dem Starter-Kit beiliegende PC-Software ISDControl erfolgt die Parametrierung aller einstellbaren Werte. Jede Konfiguration kann in einer Datei gespeichert werden.

Eigenschaften:

- komfortable Konfiguration aller Parameter des Sensors
- Möglichkeit zum Firmwaredownload
- Automatische Sensorsuche bei unbekanntem Kommunikationsparametern



Abbildung 13: PC-Software

## 12 Bestellinformationen

Artikelnummer	Produkttyp	Schnittstelle
PR-26015-30	IB6MZ360-C	CAN 2.0 A und B
PR-26715-30	IB6MZ360-J	SAE J1939
PR-26115-30	IB6MZ360-O	CANopen
PR-23999-10	ISPA2	Programmieradapter (Starterkit bestehend aus Programmieradapter, Kabel und PC-Software)

**Tabelle 46: Bestellinformationen**