Bedienungsanleitung

Delfa – 3-Axis F/T Sensor

Kraft- / Drehmomentsensor mit digitaler Schnittstelle

Delfa Systems GmbH | Im Altseiterstal 7 | 66538 Neunkirchen | Germany
info@delfasys.de | +49 (0) 68 21–91 37 100

REV001-24.07.2026

1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis 2
2. Allgemeines 4
2.1. Bestimmungsgemäße Verwendung 4
2.2. Typische Einsatzbereiche 4
2.3. Lieferumfang 4
3. Sicherheits- und Warnhinweise 5
3.1. Gefahren für Kinder 5
3.2. Gefahren für Anwender 5
3.3. Gefahren für das Produkt 5
3.4. Elektrischer Anschluss 5
3.5. Mechanische Sicherheit 6
4. Mechanische Integration 7
4.1. Montagehinweise 7
4.2. Montage 7
5. Elektrischer Anschluss 8
5.1. Offene Kabelenden 8
5.2. USB-Anschluss 8
5.3. EtherCAT-Anschluss 8
6. Sensornutzung 9
6.1. Kommunikation 9
6.1.1. USB-Variante 9
6.1.2. RS485-Variante – Modubs RTU 10
6.2. Registerbeschreibung – Modbus RTU 10
6.3. Hinweise zur Nutzung 12
7. Technische Daten 13
7.1. Mechanik und Umgebung 13
7.2. Elektrik 13
7.3. Performance 13
8. Sicherheit zu Software und Beispielskript 14
8.1. Verwendungszweck 14
8.2. Integrität der Software 14
8.3. Systemumgebung 14

© 2026 Delfa Systems GmbH

8.4. Datenintegrität und Funktionsweise 14
9. Rechtliche Informationen 15
9.1. Haftungsausschluss 15
9.2. Entsorgung (WEEE) 15
9.3. Konformitätserklärung 16
9.4. Sonstiges 16

© 2026 Delfa Systems GmbH

2. Allgemeines

Der **3-Achs Kraft-/Drehmomentsensor** mit digitaler Schnittstelle basiert auf einem **kapazitiven Messprinzip** und ermöglicht präzise Messungen von Kräften und Drehmomenten.

Der Sensor ist vollständig digital aufgebaut und sofort einsatzbereit. Über die integrierte digitale Schnittstelle können sowohl die Sensordaten ausgelesen als auch Konfigurationen am Sensor vorgenommen werden.

2.1. Bestimmungsgemäße Verwendung

Dieses Produkt ist für **Versuchszwecke und Prototyping** im institutionellen Umfeld vorgesehen. Eine Verwendung im privaten Bereich ist nicht zulässig. Es ist **nicht** für sicherheitskritische Anwendungen bestimmt. Wenden sie sich bei solcher Absicht bitte an den Hersteller. Der Einsatz erfolgt ausschließlich in **trockenen Innenräumen** und innerhalb der im Datenblatt angegebenen technischen Grenzwerte.

2.2. Typische Einsatzbereiche

- Prototypenbau und Forschung
- Robotik und Montageautomatisierung
- Mechanische Kraft- und Drehmomentmessungen
- Integration in Automatisierungsanalgen

2.3. Lieferumfang

Das Produkt AX3 enthält:

(1) Kraft-/Drehmomentsensor mit Anschlusskabel
(2) Sicherheitshinweise



© 2026 Delfa Systems GmbH

3. Sicherheits- und Warnhinweise

- Lesen Sie die Sicherheitshinweise und die Bedienungsanleitung sorgfältig, bevor Sie das Produkt verwenden.
- Verwenden Sie das Produkt nur bestimmungsgemäß und geben Sie es nur zusammen mit dieser Anleitung weiter.
- Bei Nichtbeachtung kann es unter anderem zu Fehlfunktionen, Hitzeentwicklung, Feuer oder der Gefahr eines elektrischen Schlages kommen.

3.1. Gefahren für Kinder

- **Kein Spielzeug!** Der Sensor und das Zubehör sind keine Haushalts- oder Spielgeräte.
- Halten Sie Verpackungsmaterialien von Kindern und Haustieren fern – Erstickungsgefahr!
- Entsorgen Sie Verpackungsmaterialien sachgerecht.

3.2. Gefahren für Anwender

- Verwenden Sie keine beschädigten Geräte, Kabel oder Steckverbinder.
- Der Betrieb darf nur in sicher montiertem Zustand erfolgen.
- Das Produkt darf nicht geöffnet, verändert oder repariert werden – es sind keine vom Anwender zu wartende Teile vorhanden.
- Führen Sie elektrische Arbeiten nur im spannungslosen Zustand durch.

3.3. Gefahren für das Produkt

- Schützen Sie den Sensor vor Feuchtigkeit, Wasser, übermäßiger Hitze, direkter Sonneneinstrahlung, Stößen und Lösungsmitteln.
- Betreiben Sie den Sensor nur nach vollständiger Trocknung, wenn er größeren Temperaturwechseln ausgesetzt war (z. B. Transport im Winter).
- Überschreiten Sie niemals die angegebenen Nennwerte für Spannung, Strom oder mechanische Belastung.
- Das Gerät ist ausschließlich für den Einsatz in trockenen Innenräumen vorgesehen.

3.4. Elektrischer Anschluss

- Beachten Sie die angegebene Betriebsspannung entsprechend der variantenabhängigen Spezifikation.

© 2026 Delfa Systems GmbH

- Vor dem Anschließen oder Trennen des Sensors ist die Stromversorgung zu unterbrechen.
- Verwenden Sie ausschließlich geeignetes Elektronikwerkzeug und beachten Sie die weiterführenden Angaben im Datenblatt.
- **Bei Produkten mit Steckverbindern (z. B. IEC 61076-2-104):**
  - Stecker müssen vollständig eingerastet und handfest angezogen sein.
  - Achten Sie auf saubere Kontakte und unbeschädigte Dichtungen.
- **Bei STEMMA- oder QWIIC-Anschlüssen:**
  - Kabel nur mit passenden, korrekt polarisierten Steckern verbinden.
- **Bei Produkten mit Lötkontakte oder Stiftleisten:**
  - Verwenden Sie geeignetes Elektroniklötzinn und einen passenden Lötkolben.
  - Löten Sie zügig, um thermische Beschädigungen zu vermeiden.
  - Achten Sie darauf, dass keine Lötbrücken entstehen.
- **Bei offenen Kabelenden:**
  - Adern nur mit geeigneten Klemmen oder Lötpunkten verbinden.
  - Polarität beachten und eine Zugentlastung sicherstellen.
  - Aderenden ggf. verzinnen oder mit Aderendhülsen versehen.
- **Bei Produkten mit USB-Anschluss:**
  - Nutzen Sie nur entsprechendes, zugelassenes Kabel
  - Achten Sie auf die richtige Ausrichtung von Stecker zu Buchse
  - Stecken Sie den Anschluss bis zum Anschlag hinein.

3.5. Mechanische Sicherheit

- Sensor nicht zerlegen, verbiegen oder mechanisch überlasten.
- Vermeiden Sie Stöße, Vibrationen oder Zugkräfte über den spezifizierten Messbereich hinaus.
- Achten Sie auf eine sichere Montage und korrekt verlegte Kabel, um Kurzschlüsse oder Beschädigungen zu vermeiden.

© 2026 Delfa Systems GmbH

4. Mechanische Integration

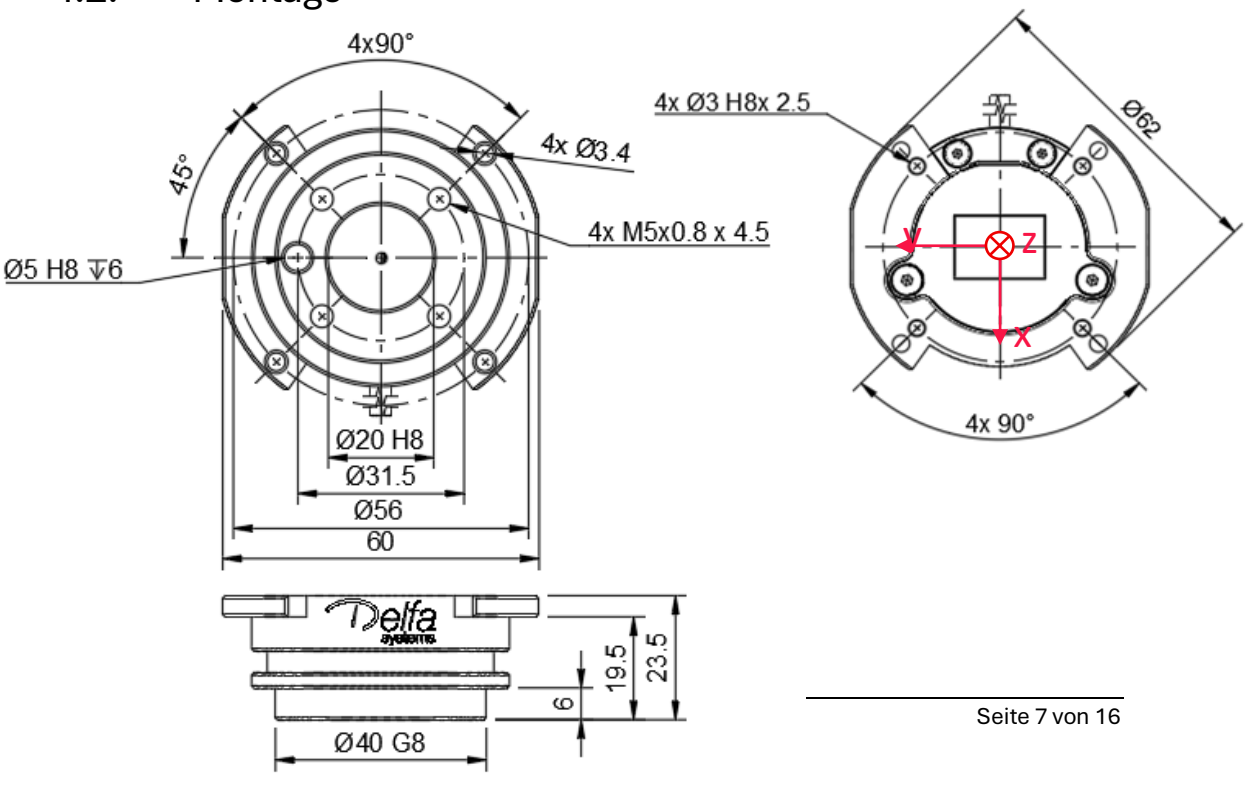
Die Installation und mechanische Integration des Sensors dürfen nur durch fachkundiges Personal erfolgen. Dabei sind alle Anweisungen dieser Bedienungsanleitung sorgfältig zu beachten. Eine unsachgemäße Montage kann zu Sachschäden oder Verletzungen führen und den Sensor dauerhaft beschädigen.

Achtung: Der Sensor darf niemals über seine zulässigen Belastungsgrenzen hinaus gedehnt, geknickt oder verdreht werden. Insbesondere ist darauf zu achten, dass das Sensorelement nicht über scharfe Kanten geführt oder punktuell gequetscht wird.

4.1. Montagehinweise

- Die Befestigungspunkte befinden sich an den beiden Flanschen des Sensorsystems.
- Die Montage darf ausschließlich auf geeigneten, glatten Flächen und mit passenden Schrauben oder Halterungen erfolgen, um Beschädigungen des Sensorsystems oder der Kontaktstellen zu vermeiden.
- Achten Sie auf eine feste, aber nicht übermäßig straffe Fixierung, um eine stabile Ausgangslage sicherzustellen.
- Übermäßige mechanische Spannung, scharfe Kanten oder ungleichmäßige Auflageflächen sind unbedingt zu vermeiden.
- Die Flansche sind mit Passungen für Passstifte versehen. Führen Sie nur passende in geeignetem Toleranzbereich ein.

4.2. Montage



5. Elektrischer Anschluss

Der elektrische Anschluss des Sensors erfolgt ja nach Ausführung über einen USB-A-Anschluss oder offene Kabelenden.

Achtung: Die Versorgungsspannung des Sensors muss sich stets im Bereich der variantenabhängigen Spezifikation befinden! Eine Überschreitung dieser Werte kann zur Beschädigung des Sensors führen.

5.1. Offene Kabelenden

Bei der Variante mit offenen Kabelenden erfolgt der elektrische Anschluss über die einzelnen Adern des mitgelieferten Anschlusskabels.

Diese Anschlussvariante ist für Sensoren mit UART- oder Modbus-RTU-Kommunikation über RS485 verfügbar. Die Adern sind wie folgt belegt:

Farbe	Beschreibung	Kommentar
braun	VCC	Versorgungsspannung 5 – 36 V
blau	GND	Masse
grün	A	RS485-Differenzleitun A
weiß	B	RS485-Differenzleitun B
gelb	COM	HIGH Empfang / LOW Senden (nur für RS485-UART-Variante)
orange	Enable	Durch LOW-Signal wird die Sensorelektronik abgeschaltet
Kupfer	Shield	Kabel- und Gehäuseschirmung

Hinweis: Der Versorgungsspannungsbereich von 5-36 V DC gilt ausschließlich für die Variante mit offenen Kabelenden mit RS485

5.2. USB-Anschluss

Bei der USB-Variante ist der Sensor mit einem USB-A-Anschluss ausgestattet. Die Kommunikation und Versorgung des Sensors erfolgen über die USB-Schnittstelle. Der Sensor kann über ein geeignetes USB-Kabel direkt mit einem PC oder einer entsprechenden Steuerung verbunden werden.

5.3. EtherCAT-Anschluss

Bei der EtherCAT-Variante wird der Sensor mit einem 2 m langen Anschlusskabel geliefert, das mit einem EtherCAT-Adapter abgeschlossen ist.
Der Adapter verfügt über zwei RJ45-Buchsen zur Einbindung des Sensors in den EtherCAT-Bus.

© 2026 Delfa Systems GmbH

6. Sensornutzung

Die LED des Sensors kann für den Betrieb konfiguriert werden. Folgende Betriebsarten stehen zur Verfügung:

- LED dauerhaft aus: Die LED bleibt unabhängig vom Betriebszustand ausgeschaltet.
- LED dauerhaft an: Die LED leuchtet, sobald der Sensor mit Spannung versorgt wird.
- LED nur im Fehlerfall an (nur bei Modbus RTU verfügbar)

Die Konfiguration der LED erfolgt über die nachfolgend beschriebenen Einstellungen.

6.1. Kommunikation

Der Sensor ist je nach Ausführung mit einer USB-Schnittstelle oder einer RS485-Schnittstelle mit Modbus RTU oder UART erhältlich. Die nachfolgenden Abschnitte beschreiben die Kommunikation und Konfiguration der jeweiligen Variante.

6.1.1. USB-Variante

Bei der USB-Variante erfolgt die Kommunikation über eine serielle UART-Schnittstelle. Die Messwerte werden kontinuierlich als binäre 4-Byte-Telegramme übertragen.

Parameter	Wert
Baudrate	115200 Bit/s
Datenbits	8
Parität	Keine
Stoppbits	1
Datenformat	Binär
Byte-Reihenfolge Messwert	Big Endian

Messwerttelegramm

Jeder Messwert wird als 4-Byte-Telegramm übertragen. Der eigentliche Messwert wird als vorzeichenbehafteter 16-Bit-Integer (signed 16-bit) im Big-Endian-Format übertragen.

Byte	Bedeutung
Byte 0	Startbyte 0x44 („D“)
Byte 1	Messgröße: 0 = Fz, 1 = Mx, 2 = My
Byte 2	Messwerte High-Byte
Byte 3	Messwerte Low-Byte

© 2026 Delfa Systems GmbH

Die Messgrößen entsprechen Fz [mN], Mx [mNm] und My [mNm].

Steuerbefehle

Zur Konfiguration und Steuerung des Sensors können folgende ASCII-Befehle verwendet werden:

Befehl	Funktion
?ENB:0000000000!	Sensor deaktivieren
?ENB:0000000001!	Sensor aktivieren
?TAR:0000000000!	Nullabgleich (Tare) durchführen*
?DAA:0000000000!	LED ausschalten
?DAA:0000000001!	LED einschalten
?RBT:0000000001!	Sensor neustarten
?SAV:0000000001!	Änderungen speichern und Sensor aktivieren

* Der Sensor muss für den Nullabgleich aktiviert sein.

6.1.2. RS485-Variante – Modubs RTU

Bei der RS485-Variante erfolgt die Kommunikation über Modbus RTU. Messwerte und Geräteinformationen werden über Input Register ausgelesen. Die Konfiguration des Sensors erfolgt über Holding Register.

Die Standard-Modbus-Adresse beträgt 44, die Standard-Baudrate 9600 Baud und die Standard-Parität None.

Parameter	Funktion	Beschreibung
Modbus-Adresse	44	konfigurierbar
Baudrate	9600 Baud	9600 bis 115200 Baud
Parität	keine	Keine / Ungerade / Gerade

6.2. Registerbeschreibung – Modbus RTU

Input Register – nur Lesen

Register	Funktion	Beschreibung
0	Fz [mN]	Kraft in z-Richtung
1	Mx [mNm]	Drehmoment um die x-Achse
2	My [mNm]	Drehmoment um die y-Achse
3	Channel 1 raw [-]	Rohwert zur Berechnung der Register 0–2

© 2026 Delfa Systems GmbH

Register	Funktion	Beschreibung
4	Channel 2 raw [-]	Rohwert zur Berechnung der Register 0–2
5	Channel 3 raw [-]	Rohwert zur Berechnung der Register 0–2
6	Ref-Channel 1 raw [-]	Referenzrohwert zur Berechnung der Register 0–2
7	Ref-Channel 2 raw [-]	Referenzrohwert zur Berechnung der Register 0–2
8	Error Indicator	Fehlerstatus: 1 = Value Error, 2 = Measurement Error, 3 = beide
9	Reserved	Reserviert
10	Product Number 1	Produktnummer – High Word
11	Product Number 2	Produktnummer – Low Word
12	Serial Number 1	Seriennummer – High Word
13	Serial Number 2	Seriennummer – Low Word

Die Registerbelegung entspricht der bereitgestellten Modbus-Register-Map.

Holding Register – Lesen/Schreiben

Register	Funktion	Standard	Beschreibung
0	Modbus-Adresse	44	Modbus-Slave-Adresse einstellen
1	Baudrate	0	Baudrate einstellen
2	Parität	0	Parität einstellen
3	LED-Konfiguration	0	Betriebsart der LED einstellen
4	Funktion	0	Gerätefunktion ausführen

Konfigurationswerte

Parameter	Wert	Bedeutung
Baudrate	0	9600 Baud (Standard)
	1	19200 Baud

Parameter	Wert	Bedeutung
	2	38400 Baud
	3	57600 Baud
	4	115200 Baud
Parität	0	Keine (Standard)
	1	Ungerade
	2	Gerade
LED-Konfiguration	0	Aus (Standard)
	1	Ein
	2	Ein bei Fehler

Funktionsbefehle

Über Holding Register 4 können folgende Funktionen ausgeführt werden:

Wert	Funktion
111	Parameter dauerhaft speichern
555	Sensor neu starten
666	Nullabgleich (Tare) durchführen
999	Werkseinstellungen wiederherstellen

6.3. Hinweise zur Nutzung

- Bei Änderungen der Modbus-Konfiguration müssen die neuen Einstellungen durch Schreiben des Wertes 111 in Holding Register 4 dauerhaft gespeichert werden. Nach erfolgreichem Speichern wird der Registerwert automatisch auf 222 gesetzt.
- Ein Neustart des Sensors kann über den Funktionswert 555 durchgeführt werden. Der Wert 666 führt einen Nullabgleich (Tare) durch. Mit 999 wird der Sensor auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt.

© 2026 Delfa Systems GmbH

7. Technische Daten

7.1. Mechanik und Umgebung

Parameter	Symbol	Wert		Einheit	Kommentar
Messbereich	F_z	± 20		N	
	M_x / M_y	± 0.5		Nm	
Überlast		500		% FS	In Richtung z-Achse - Druck
Gewicht	m	~ 80		g	Sensor, incl. Elektronik, excl. Kabel und Flansch
Steifigkeit	Y	120		N/mm	In Richtung z-Achse
Elektrischer Anschluss		Bare ends / USB-A Connector / EtherCAT Adapter			Andere auf Anfrage
Betriebstemperatur	T_{op}	5 … 40		°C	Andere auf Anfrage
IP Klassifizierung		IP62	IP67		

7.2. Elektrik

Parameter	Symbol	Wert		Einheit	Kommentar
		RS-485	USB		
Versorgungsspannung	V_{sup}	5 – 36	5	V	± 10%
Leistungsaufnahme	P_{tot}	≤ 0.5	≤ 0.35	W	Mit deaktivierter LED
Kommunikation	/	UART / Modbus RTU	USB		

7.3. Performance

Parameter	Symbol	Wert	Einheit	Kommentar
Auslesefrequenz*	f_s	≤250	Hz	Maximale Aktualisierungsrate der Register
Auflösung Fz		<0.02 0.4	N N	Kleinste messbare Änderung … inklusive Rauschen
Auflösung Mx/My		<0.25 3	mNm mNm	Kleinste messbare Änderung … inklusive Rauschen
Wiederholbarkeit Fz		<0.15	N	Maximaler Fehler bei gleicher Kraft
Wiederholbarkeit Mx/My		<3	mNm	Maximaler Fehler bei gleichem Moment
Hysterese Fz		<+/-0.4	N	Kompletter Zyklus 0 N -> 20 N ->0 N
Hysterese Mx/My		<+/-13	mNm	Kompletter Zyklus 0 Nm -> 0.5 Nm ->0 Nm

*Spezifikationen aufgenommen bei 125 Hz

© 2026 Delfa Systems GmbH

8. Sicherheit zu Software und Beispielskript

Für das Sensorsystem steht je nach Ausführung ein Beispielskript in Python zur Verfügung, das die Kommunikation beinhaltet und demonstriert. Es enthält Funktionen zur direkten Interaktion mit dem Sensor, einschließlich der Echtzeit-Auslesung von Sensordaten. Das Skript dient sowohl als praxisorientierte Anleitung als auch als Basis für eigene Implementierungen.

Vor der Integration in ein eigenes System sind jedoch alle sicherheitsrelevanten Aspekte zu berücksichtigen – insbesondere Zugriffsschutz, stabile Spannungsversorgung, Datenvalidierung und Fehlerbehandlung.

8.1. Verwendungszweck

Die bereitgestellten Beispiele und Skripte sind ausschließlich für Labor- und Demonstrationszwecke vorgesehen und dienen ausschließlich der Unterstützung bei Entwicklung, Test und Integration in eigene Systeme. Sie sind nicht für den produktiven Einsatz in sicherheitskritischen oder dauerhaften Anwendungen bestimmt.

8.2. Integrität der Software

- Verwenden Sie nur Python-Code, Bibliotheken und Beispiele aus offiziellen Quellen von Delfa Systems (z. B. über die Website oder verlinkte Repositories).
- Führen Sie keine Skripte oder Programme aus unbekannten, veränderten oder inoffiziellen Quellen aus.
- Prüfen Sie regelmäßig auf Aktualisierungen oder Korrekturen der bereitgestellten Beispiele.

8.3. Systemumgebung

- Führen Sie die Software nur auf sicheren, aktuellen Betriebssystemen aus.
- Vermeiden Sie Adminrechte, sofern diese nicht zwingend erforderlich sind.
- Halten Sie Ihre Entwicklungsumgebung frei von Schadsoftware und unautorisierten Zugriffen.

8.4. Datenintegrität und Funktionsweise

- Die Python-Beispiele greifen ausschließlich auf die Sensordaten zu und verändern keine interne Konfiguration des Geräts.
- Falsche Dateninterpretation oder unvollständige Fehlerbehandlung kann zu fehlerhaften oder instabilen Messwerten führen.

© 2026 Delfa Systems GmbH

9. Rechtliche Informationen

9.1. Haftungsausschluss

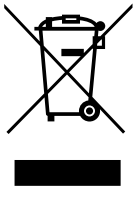
Dieses Produkt wurde ausschließlich für die bestimmungsgemäße Verwendung im Rahmen von Entwicklungs-, Test- und Demonstrationszwecken entwickelt. Es ist nicht für sicherheitskritische oder dauerhafte Anwendungen vorgesehen, bei denen ein Ausfall zu Personen-, Sach- oder Vermögensschäden führen könnte.

Die Delfa Systems GmbH übernimmt keine Haftung für Schäden, Fehlfunktionen oder Datenverluste, die durch unsachgemäße Verwendung, fehlerhafte Installation, Änderungen am Produkt oder Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise entstehen. Das Produkt wird „wie geliefert“ bereitgestellt – ohne ausdrückliche oder stillschweigende Garantie hinsichtlich Leistung, Genauigkeit, Zuverlässigkeit oder Eignung für einen bestimmten Zweck.

Die auf der Website von Delfa Systems bereitgestellten Python-Codebeispiele, Skripte und Codefragmente dienen ausschließlich der Veranschaulichung der Kommunikation und zur Unterstützung bei Entwicklungs- oder Laboranwendungen. Sie stellen keine geprüfte Software dar und werden ebenfalls „wie bereitgestellt“ veröffentlicht. Die Verantwortung für die sichere Einbindung, Prüfung und Validierung des Codes liegt ausschließlich beim Anwender.

Die Verwendung des Sensors und der bereitgestellten Codebeispiele erfolgt auf eigenes Risiko. Die Haftung der Delfa Systems GmbH ist – soweit gesetzlich zulässig – auf Fälle von Vorsatz und grober Fahrlässigkeit beschränkt. Weitergehende Ansprüche, insbesondere für Folgeschäden, entgangenen Gewinn oder Datenverlust, sind ausgeschlossen.

9.2. Entsorgung (WEEE)



Dieses Produkt ist gemäß dem Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) mit dem Symbol der durchgestrichenen Mülltonne gekennzeichnet und darf nicht über den Hausmüll entsorgt werden.

Geben Sie Altgeräte an einer geeigneten Sammelstelle oder direkt bei Delfa Systems GmbH, D-66538 Neunkirchen, kostenlos zurück. Entfernen Sie vor der Entsorgung eventuell enthaltene Batterien oder Datenträger.

Das Symbol der durchgestrichenen Mülltonne weist darauf hin, dass Elektro- und Elektronikgeräte getrennt vom Hausmüll erfasst werden müssen, um eine umweltgerechte Verwertung sicherzustellen.

© 2026 Delfa Systems GmbH

9.3. Konformitätserklärung

CE

Hiermit erklärt die Delfa Systems GmbH, Im Altseiterstal 7, D-66538 Neunkirchen, dass dieses Produkt die grundlegenden Anforderungen der anwendbaren EU-Richtlinien erfüllt und der Richtlinie 2011/65/EU (RoHS) entspricht.

9.4. Sonstiges

Hersteller **Delfa Systems GmbH**
Im Altseiterstal 7
D-66538 Neunkirchen

www.delfasys.de

Support: support@delfasys.de

Hinweis

Technische Änderungen vorbehalten.

Irrtümer, Druckfehler und Änderungen im Sinne des technischen Fortschritts bleiben vorbehalten.