

## Datenblatt STAWDG Generation 2

(STAWDG = SingleTurn-AbsolutWertDrehGeber)

Datenblatt Revision: 1.4

Art.-Nr.	Steckverbinder	Schnittstelle
05442020	Mate-N-Lok kompatibler Steckverbinder	RS485
05442021	RJ45 Steckverbinder	RS485 und analog Ausgang

Drehgeber sind ein wichtiges Bindeglied zwischen Mechanik und Steuerungselektronik in der Automatisierung. Sie erfassen Winkel und Positionen von Wellen. Durch den Singleturn-Absolutwertdrehgeber wird jede Position innerhalb einer Umdrehung einem codierten absoluten Positionswert zugeordnet. Daraus können Geschwindigkeit und Beschleunigung der Welle für die Steuerung von Applikationen berechnet werden.



Art.-Nr.: 05442020



Art.-Nr.: 05442021

## Inhalt

1	Technische Daten.....	3
1.1	Allgemein.....	3
1.2	RS485 Betrieb (Art.-Nr.: 05442020 und Art.-Nr.: 05442021).....	4
1.3	Analogbetrieb (nur Art.-Nr.: 05442021).....	4
1.4	Bemaßung.....	5
2	Anschlüsse.....	6
2.1	Art.-Nr.: 05442020.....	6
2.2	Art.-Nr.: 05442021.....	6
2.3	Klemmbereich Sicherheitskette Art.-Nr.: 05442020 und Art.-Nr.: 05442021.....	7
2.4	Installationshinweise.....	7
3	RS485 Schnittstelle (Art.-Nr.: 05442020 und Art.-Nr.: 05442021).....	8
4	Analoge Schnittstelle (nur Art.-Nr.: 05442021).....	8
5	STAWDG Kommunikations-Protokolle.....	9
5.1	Protokoll Art.-Nr.: 05442020 und Art.-Nr.: 05442021 (Generation 2).....	9
5.1.1	Werttelegramme.....	9
5.1.2	Parametrierung und Daten.....	11
5.1.3	Checksummenberechnung.....	12
5.2	Kompatibilitätsmodus STAWDG Art.-Nr.: 05442000 (Generation 1).....	13
5.2.1	Werttelegramme.....	13
6	Normen.....	15

## 1 Technische Daten

### 1.1 Allgemein

Winkel-Erfassungsbereich:	360° (Singleturn)
Physikalische Auflösung:	0,0879°/Schritt (12 Bit = 4.096 Schritte auf 360° )
Nominelle Zyklenzahl:	1.000.000 Zyklen
Maximale Drehgeschwindigkeit:	160°/s
Maximale Stromaufnahme:	< 50 mA
Zeit bis Betriebsbereitschaft:	< 50ms
Temperaturbereich:	
5V bis 11V :	-20 bis +80°C
11V bis 24 :	-20 bis +70°C
Schutzart:	IP20
Sicherheitslevel:	Performance Level C Kat. 2 gemäß EN13849-1
Sicherheitslevel Software:	Klasse B (EN60730-1 / EN 60335-1)
MTTF	siehe Kapitel 1.2 oder 1.3 da Betriebsartabhängig
DC	>= 90,0%
CCF	68 (nach Punkteverfahren EN ISO 13849-1 Anhang F)
Einstufung Störaussendung:	Gerät der Gruppe1 Klasse B gemäß EN 61326-1 / EN 55011:2016
Einstufung Störfestigkeit:	Zum Gebrauch in industrieller elektromagnetischer Umgebung vorgesehen (Tabelle 2 aus EN 61326-1)

**Hinweis:** Für die Störfestigkeitsprüfungen wurden Leitungslängen <30m vorausgesetzt.

#### **Hinweis zur Genauigkeit in der Applikation:**

Der Geber ist vorwiegend für Applikationen vorgesehen, die eine hohe Wiederholgenauigkeit und nur eine geringere absolute Genauigkeit erfordern.

Die finale Genauigkeit basiert maßgeblich auf der Exzentrizität der Anordnung von Geber und mechanischer Welle. Sie ist damit massiv von den Toleranzen des finalen Setup abhängig.

### 1.2 RS485 Betrieb (Art.-Nr.: 05442020 und Art.-Nr.: 05442021)

Eingangsspannung bei RS485-Betrieb (Uv):	5 bis 24V
Wertebereich RS485-Betrieb:	0...8.191 für 0...360°
Aktualisierungsrate RS485-Betrieb:	312,5 Hz
Detektierte Winkeländerung RS485-Betrieb:	$\leq 0,1^\circ$
Winkelgenauigkeit über eine Umdrehung RS485-Betrieb:	0.9° (bzw. 20 Digits)
Wiederholgenauigkeit RS485-Betrieb:	besser +/-0,2°
Maximale Abweichung in Digits bei Wiederholung: (0,2 ° entspricht 4,55 Digits in bei 8192 digits /360°)	kleiner +/- 4 Bits
Hinweis: Dies gilt bei unveränderter mechanischer Anordnung.	

MTTF Wert: 109,9 Jahre

### 1.3 Analogbetrieb (nur Art.-Nr.: 05442021)

Eingangsspannung bei Analog-Betrieb (Uv):	12,5 bis 24V
Wertebereich Analog1:	1...10V für 0...360°
Wertebereich Analog2:	10...1V für 0...360°
Aktualisierungsrate Analogbetrieb:	100 Hz
Detektierte Winkeländerung Analogbetrieb:	$\leq 0,85^\circ$
Winkelgenauigkeit über eine Umdrehung Analogbetrieb:	besser +/- 1°
Wiederholgenauigkeit Analogbetrieb:	besser +/- 1°
Auflösung Analogbetrieb:	0,85°

MTTF Wert: 108,8 Jahre

Hinweis: Die Abbildung des Winkels von 360° auf den Bereich von 9V entspricht einer Wertänderung von 25mV/°. Eine höhere Auflösung, wie sie bei der digitalen Übertragung über RS485 realisiert werden soll, wird angesichts der analogen Übertragung als nicht sinnvoll angesehen.

## 1.4 Bemaßung

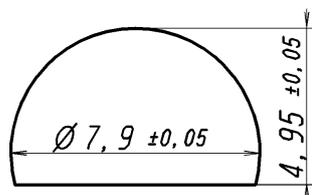
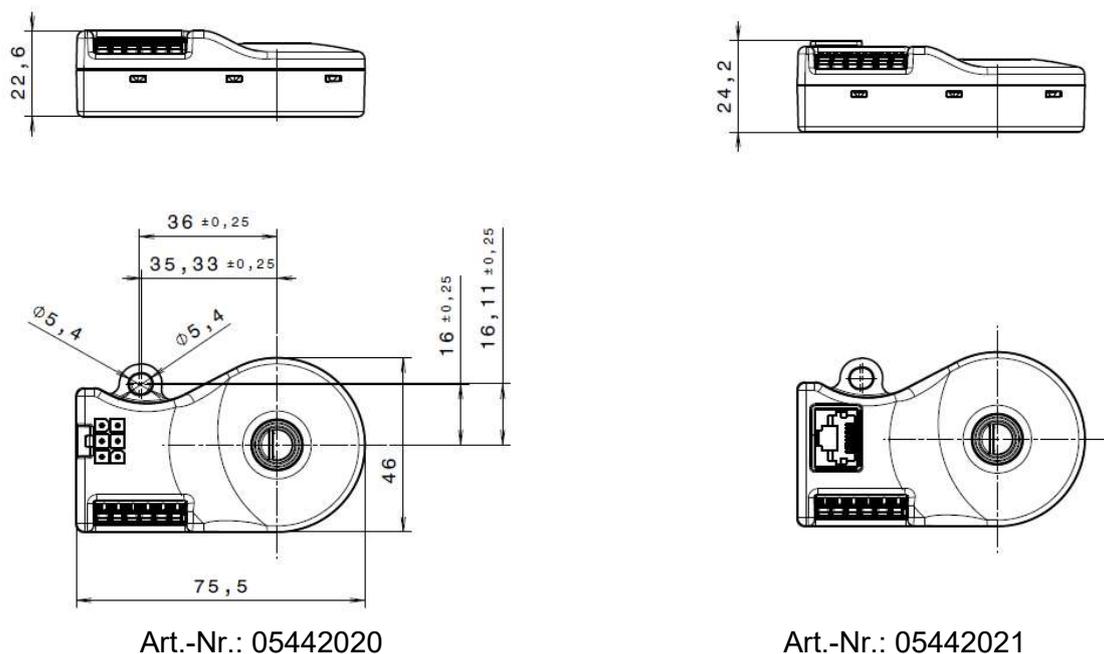


Abbildung 1: Bemaßung der Artikel Varianten

## Hinweise:

- Rundlauf toleranz der Welle nach DIN ISO 1101: Maximal 0,1 mm
- Kräfte in axialer Richtung auf den STAWDG: Nicht zulässig
- Befestigung des STAWDGs mit Flachkopfschraube M4 nach DIN ISO 1580 und Unterlegscheibe nach DIN EN ISO 7089 empfohlen

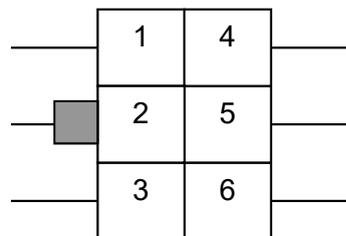
## 2 Anschlüsse

### 2.1 Art.-Nr.: 05442020

Anschluss über eine separate Leitung.

Belegung Mate-N-Lok kompatibel:

Mate-N-Lok kompatibel	Bezeichnung
1	Sicherheitskette Eingang
2	RS485 B
3	GND
4	RS485 A
5	Sicherheitskette Ausgang
6	Uv



### 2.2 Art.-Nr.: 05442021

Die Verwendung von Standard-Patch-Kabeln ist möglich aber nicht zwingend erforderlich. Eine Twisted-Pair-Leitung für die RS485 Signale A und B wird dringend empfohlen.

Belegung RJ45:

RJ45 Kontakt	Bezeichnung	Aderpaar
1	Sicherheitskette Eingang	Paar 3
2	Sicherheitskette Ausgang	
3	GND	Paar 2
4	RS485 A	Paar 1
5	RS485 B	
6	Uv	Paar 2
7	Analog1: 1..10V	Paar 4
8	Analog2: 10..1V	

U<sub>v</sub> kann bei ausschließlicher Nutzung der RS485 Schnittstelle bis 5 V<sub>DC</sub> reduziert werden.

Bei Nutzung der analogen Schnittstellen müssen mindestens 12,5V<sub>DC</sub> zur Verfügung gestellt werden. Bei zu geringer Eingangsspannung werden die Analogsignale als Fehlermeldung gemeinsam auf ≤ 0,75V gesetzt.

## 2.3 Klemmbereich Sicherheitskette Art.-Nr.: 05442020 und Art.-Nr.: 05442021

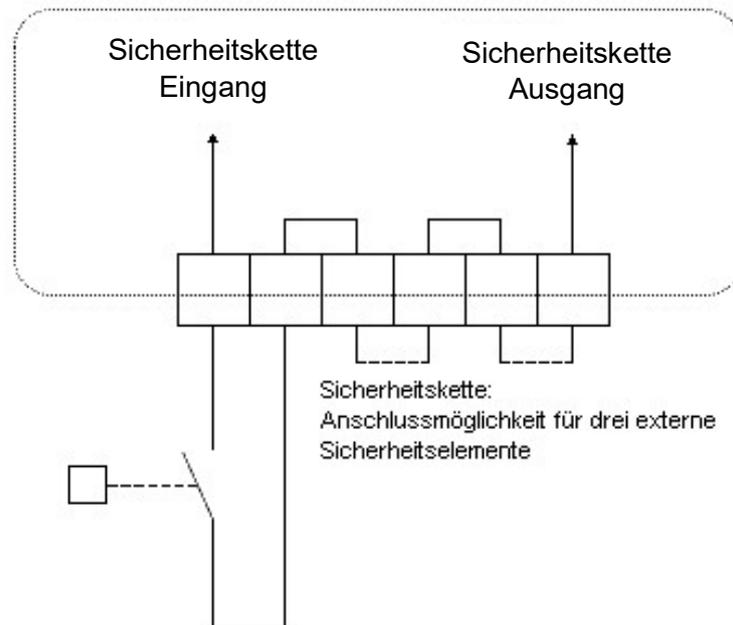


Abbildung 2: Klemmleiste für Sicherheitskette

Hinweis: Die sechspolige Klemmleiste ist ein reiner Klemmbereich zur Verdrahtung der Sicherheitskette. Der Zustand der einzelnen Elemente kann nicht über die RS485 Kommunikation abgefragt werden.

## 2.4 Installationshinweise

- Installation im spannungslosen Zustand.
- Anschlussbelegung beachten (falscher Anschluss kann zur Zerstörung führen).
- Anschluss über eine separate Leitung.
- Bewegliche Teile des Sensorsystems dürfen nicht gefettet oder geölt werden.

### 3 RS485 Schnittstelle (Art.-Nr.: 05442020 und Art.-Nr.: 05442021)

#### Schnittstelleneinstellungen

Betriebsart: Halbduplex  
Startbit: 1  
Datenbit: 8  
Stoppbit: 1  
Parität: gerade

#### Unterstützte Baudraten\*:

- 9.600 bps
- 19.200 bps
- 38.400 bps
- 57.600 bps

\*mit automatischer Detektion und Fixierung nach der ersten gültigen Anfrage  
Die Baudratenermittlung startet mit 38.400 bps

### 4 Analoge Schnittstelle (nur Art.-Nr.: 05442021)

Der Winkel wird mit einer Spannung von 25 mV/° am Ausgang „Analog 1“ auf den Spannungsbereich 1...10V sowie am Ausgang „Analog 2“ auf den Spannungsbereich 10...1V also gegenläufig abgebildet.

$$U_1 = 1V + \alpha * 0,025V/^\circ \quad \text{mit } \alpha = \text{eingestellter Winkel in } ^\circ$$

$$U_2 = 10V - \alpha * 0,025V/^\circ \quad \text{mit } \alpha = \text{eingestellter Winkel in } ^\circ$$

Die beiden Analogsignale sind gegenläufig gestaltet, so dass eine Sicherheitsüberprüfung an der Gegenstelle stattfinden kann. Im Fall eines erkannten internen Fehlers im Geber werden beide Kanäle als Fehlermeldung gleichzeitig auf  $\leq 0,75V$  gesetzt.

$$\text{Fehlerzustand : } U_1, U_2 \leq 0,75V$$

Der Eingangswiderstand der Gegenstelle sollte möglichst hochohmig gestaltet sein. Ein mindestwert von 10k $\Omega$  je Analogspannungssignal sollte keinesfalls unterschritten werden.

## 5 STAWDG Kommunikations-Protokolle

Der Geber unterstützt unterschiedliche Kommunikationsprotokolle. Um Überschneidungen der Telegramminhalte zu vermeiden, ist ab Firmware-Version 02.13 eine automatische Protokollsperrung implementiert. Dabei werden nach dem ersten gültigen Telegramm eines unterstützten Protokolls sowohl die Protokollart, als auch die Baudrate bis zum Abschalten der Versorgungsspannung eingefroren. Der Geber antwortet danach nur noch auf Telegramme des zugehörigen Protokolls. Nach dem ersten gültigen Telegramm ist also ein Wechsel der Baudrate oder des Protokolls nur durch ein erneutes Zuschalten der Versorgungsspannung möglich.

### 5.1 Protokoll Art.-Nr.: 05442020 und Art.-Nr.: 05442021 (Generation 2)

Um eine störungsfreie Kommunikation beim Wechsel von Sende- und Empfangsmodus der RS485 zu gewährleisten wird das Antworttelegramm definiert verzögert.

Die Pausenzeit zwischen Anforderungs- und Antworttelegramm beträgt bei Anforderung „schnelle Antwort“ mindestens 60µs. Bei Anfrage „langsame Antwort“ ist die Verzögerungszeit auf min. 150µs verlängert.

#### 5.1.1 Werttelegramme

##### 5.1.1.1 Anforderungstelegramme

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Beschreibung
Adresse	Telegrammlänge in Byte	Befehlscode	XOR- Checksumme	
0xXX	0x04	0xB1	0xXX	Anfrage Absolutwert: Bei Rechtsdrehung fallende Werte
0xXX	0x04	0xB2	0xXX	Anfrage Absolutwert: Bei Rechtsdrehung steigende Werte
0xXX	0x04	0xB4	0xXX	Anfrage Absolutwert mit Verzögerung: Bei Rechtsdrehung fallende Werte
0xXX	0x04	0xB5	0xXX	Anfrage Absolutwert mit Verzögerung: Bei Rechtsdrehung steigende Werte

Bei Verwendung der <b>Default-Adresse 0xAA</b>				
Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Beschreibung
Default Adresse = 0xAA	Telegrammlänge in Byte	Befehlscode	XOR-Checksumme	
0xAA	0x04	0xB1	0x1F	Anfrage Absolutwert: Bei Rechtsdrehung fallende Werte
0xAA	0x04	0xB2	0x1C	Anfrage Absolutwert: Bei Rechtsdrehung steigende Werte
0xAA	0x04	0xB4	0x1A	Anfrage Absolutwert mit Verzögerung: Bei Rechtsdrehung fallende Werte
0xAA	0x04	0xB5	0x1B	Anfrage Absolutwert mit Verzögerung: Bei Rechtsdrehung steigende Werte

### 5.1.1.2 Antworttelegramme

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Beschreibung
Adresse (Default = 0xAA)	Telegrammlänge in Byte	Anfragekennung	Daten H	Daten L	XOR-Checksumme	
0xXX	0x06	0xB1 / 0xB4	0xXX	0xXX	0xXX	Antwort Absolutwert: Bei Rechtsdrehung fallende Werte*
0xXX	0x06	0xB2 / 0xB5	0xXX	0xXX	0xXX	Antwort Absolutwert: Bei Rechtsdrehung steigende Werte*

\*Der Winkel wird im Wertebereich von 0...8.191 digits mit 0,0439° / digit abgebildet.

Werte >= 8.192 sind als Fehlerzustand zu definieren.

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Beschreibung
Default Adresse = 0xAA	Telegrammlänge in Byte	Befehlscode	XOR-Checksumme	
0xXX	0x04	0xXX*	0xXX	Antwort Fehlertelegram

\* Byte 3 kann dabei folgende Werte annehmen:

0xF1	Versorgungsspannung außerhalb zulässiger Grenzen
0xF2	Mechanischer Fehler im Sensorsystem

### 5.1.2 Parametrierung und Daten

Grundsätzlich sind die Befehle für Parametrierung und Daten nur unter der Standard Adresse 0xAA verfügbar.

#### 5.1.2.1 Lesezugriff Seriennummer

Anfrage:

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Beschreibung
Adresse	Telegrammlänge in Byte	Befehlscode	XOR-Checksumme	
0xAA	0x04	0xD4	0x7A	Fordert die Seriennummer an

Antwort:

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4 - 7	Byte 8	Beschreibung
Adresse	Telegrammlänge in Byte	Befehlscode	Seriennummer als 32 bit unsigned integer	XOR-Checksumme	
0xAA	0x08	0xD4	0XXXXXXXXX	0XX	Gibt die gespeicherte Seriennummer zurück

#### 5.1.2.2 Lesezugriff Firmware Version

Anfrage:

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Beschreibung
Adresse	Telegrammlänge in Byte	Befehlscode	XOR-Checksumme	
0xAA	0x04	0xD5	0x7B	Fordert die Firmware-Version an

Antwort:

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4 - 7	Byte 8	Beschreibung
Adresse	Telegrammlänge in Byte	Befehlscode	Firmwareversion als 4 Byte Hexadezimal	XOR-Checksumme	
0xAA	0x08	0xD5	0XXXXXXXXX	0XX	Antwort auf Firmware-Versionsanfrage

### 5.1.2.3 Schreibzugriff RS485 Adresse für Werttelegramme

Eine Änderung der RS485 Adresse wirkt sich nur auf die Werttelegramme aus.

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Beschreibung
Adresse	Telegrammlänge in Byte	Befehlscode	Neue Adresse	XOR- Checksumme	
0xAA	0x05	0xD1	0xFF	0xFF	Änderung der RS485 Adresse für Werttelegramme

### 5.1.3 Checksummenberechnung

Die XOR Checksumme dient zu Absicherung des Telegramminhaltes. Exemplarisch ist hier ein Codebeispiel zur Berechnung der Checksumme in der Programmiersprache C gezeigt:

```
uint8_t CalcXorChecksum (uint8_t * data, uint16_t length)
{
    uint8_t cs = 0;

    for(uint16_t i = 0; i < length; i++)
    {
        cs = cs ^ data[i];
    }
    return cs;
}
```

## 5.2 Kompatibilitätsmodus STAWDG Art.-Nr.: 05442000 (Generation 1)

### 5.2.1 Werttelegramme

#### 5.2.1.1 Anforderungstelegramme

Byte 1 High Nibble: Adresse des Empfängers

Byte 1 Low Nibble: Anzahl der Bytes des gesamten Telegramms

Byte 2: Befehlscode

Um eine störungsfreie Kommunikation beim Wechsel von Sende- und Empfangsmodus der RS485 zu gewährleisten ist das Antworttelegramm definiert verzögert. Die Pausenzeit zwischen Anforderungs- und Antworttelegramm beträgt bei schneller Antwort mindestens 60µs und bei langsamer Antwort mindestens 150µs.

#### Anforderungstelegramm schnelle Antwort

Byte 1		Byte 2	Beschreibung
High Nibble: Adresse	Low Nibble: Telegrammlänge	Befehlscode	
0xA2		0xB0	Einbaulage: Bei Rechtsdrehung fallende Werte
0xA2		0xB3	Einbaulage: Bei Rechtsdrehung steigende Werte

#### Anforderungstelegramm verzögerte Antwort

Byte 1		Byte 2	Beschreibung
High Nibble: Adresse	Low Nibble: Telegrammlänge	Befehlscode	
0xA2		0xB1	Einbaulage: Bei Rechtsdrehung fallende Werte
0xA2		0xB4	Einbaulage: Bei Rechtsdrehung steigende Werte

### 5.2.1.2 Antworttelegramme für beide Anfragetypen

Byte 1 High Nibble: Adress-Nibble 0xA

Byte 1 Low Nibble: Anzahl der Bytes des gesamten Telegramms fix 3

Byte 2: Daten High

Byte 3: Daten Low

Der Winkel wird im Wertebereich von 0...8.191 digits mit  $0.0439^\circ / \text{digit}$  abgebildet.

Werte  $\geq 8.192$  sind als Fehlerzustand zu definieren.

#### Antworttelegramme

Byte 1		Byte 2	Byte 3	Beschreibung
High Nibble: Adresse	Low Nibble: Telegrammlänge	Daten H	Daten L	
0xA3		0xFF	0xFF	Positionsdaten 0...8.191
0xA3		0xFA	0xFA	Schleifer mechanisch defekt
0xA3		0xFB	0xFB	Fehler Versorgungsspannung

## 6 Normen

Directive 2014/30/EU - Electromagnetic Compatibility (EMC)

Herangezogene Harmonisierte Standards

EN ISO 13849-1:2015	Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
EN ISO 13849-2:2012	Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen Teil 2: Validierung
EN 60335-1:2012+A1:2014 Anhang R	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 61326-1:2013	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Angewandte Standards Umweltprüfungen

EN 60068-2-6:2008-02	Schwingen
EN 60068-2-78:2001-10 / ersetzt EN 60068-2-3	Feuchte-Wärme konstant.
DIN EN 60068-2-14:2010-04	Temperaturwechselprüfung Typ Na (200 Zy.)
DIN EN 60068-2-27:2010-02	Dauerschockprüfung unter folgenden Bedingungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schockform: Halbsinus</li> <li>• Beschleunigung: 25 g</li> <li>• Schockdauer: 6 ms</li> <li>• Richtung: x-, y- und z-Achse</li> <li>• Anzahl Schocks: 4.000 je Richtung</li> </ul>

EMV-Prüfungen gemäß EN 61326-1:2013 sofern anwendbar

EN 55011	Störaussendung
EN 61000-4-2	Entladung statischer Elektrizität (ESD)
EN 61000-4-3	Elektromagnetische Felder
EN 61000-4-4	Schnelle Transienten
EN 61000-4-5	Stoßspannungen
EN 61000-4-6	leitungsgeführte HF-Signale
EN 61000-4-8	Netzfrequente Magnetfelder
EN 61000-4-11	Spannungseinbruch