

X67AI2744

In diesem Datenblatt werden 2 Modulrevisionen beschrieben. Die Modulrevision ist seitlich am Modul vermerkt. Je nach Modulrevision wird aus der folgenden Tabelle die gewünschte Beschreibung ausgewählt.

Modul	Revision	Seite
X67AI2744	≥BB	1
X67AI2744	<BB	34

Information:

Um den vollen Funktionsumfang des Moduls nutzen zu können, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Automation Studio Version ≥4.0
- Modulrevision ≥BB

1 X67AI2744 mit Rev. ≥BB

1.1 Allgemeines

Das Modul ist mit 2 Eingängen zur Auswertung von DMS-Vollbrücken ausgestattet und arbeitet sowohl mit 4-Leiter als auch mit 6-Leiter DMS-Zellen. Das Konzept des Moduls setzt einen Abgleich im Messsystem voraus. Dieser Abgleich kompensiert bzw. eliminiert die absoluten Ungenauigkeiten im Messkreis (wie z. B. Bauteiltoleranzen, effektive Brückenspannung oder Nullpunktverschiebung). Die Messgenauigkeit bezogen auf einen absoluten (abgeglichenen) Wert verändert sich lediglich durch den negativen Einfluss einer Veränderung der Betriebstemperatur.

- 2 Vollbrücken DMS-Eingänge
- Datenausgaberate von 2,5 Hz bis 7,5 kHz einstellbar
- Sonderbetriebsarten (Synchronmodus und Mehrfachabtastung)
- Filterstufe einstellbar
- Verwendbar mit einer SafeLOGIC

1.2 Bestelldaten

Bestellnummer	Kurzbeschreibung	Abbildung
	Analoge Eingangsmodule	
X67AI2744	X67 Analoges Eingangsmodul, 2 DMS-Vollbrücken Eingänge, 10 V, 24 Bit Wandlerauflösung	

Tabelle 1: X67AI2744 - Bestelldaten

Erforderliches Zubehör

Für eine Gesamtübersicht siehe X67 System Anwenderhandbuch, Abschnitt "Zubehör - Gesamtübersicht".

1.3 Technische Daten

Bestellnummer	X67AI2744
Kurzbeschreibung	
I/O-Modul	2 Vollbrücken DMS-Eingänge
Allgemeines	
B&R ID-Code	0x8820
Statusanzeigen	Kanalstatus, Betriebszustand, Modulstatus
Diagnose	
Modul Run/Error	Ja, per Status-LED und SW-Status
Drahtbruch	Ja, per Status-LED und SW-Status
Eingang	Ja, per Status-LED und SW-Status
Anschluss technik	
X2X Link	M12 B-codiert
Eingänge	4x M12 A-codiert
I/O-Versorgung	M8 4-polig
Leistungsaufnahme	
Bus	0,75 W
I/O-intern	2,4 W
Zulassungen	
CE	Ja
KC	Ja
EAC	Ja
UL	cULus E115267 Industrial Control Equipment
HazLoc	cCSAus 244665 Process Control Equipment for Hazardous Locations Class I, Division 2, Groups ABCD, T5
ATEX	Zone 2, II 3G Ex nA IIA T5 Gc IP67, Ta = 0 - max. 60 °C TÜV 05 ATEX 7201X
I/O-Versorgung	
Nennspannung	24 VDC
Spannungsbereich	18 bis 30 VDC
Integrierte Schutzfunktion	Verpolungsschutz
DMS-Vollbrücke	
Brückenfaktor	2 bis 256 mV/V, per Software einstellbar
Anschluss	4- oder 6-Leitertechnik ¹⁾
Eingangsart	Differenziell, zur Auswertung einer DMS-Vollbrücke
Digitale Wandlerauflösung	24 Bit
Wandlungszeit	Je nach eingestellter Datenausgaberate
Datenausgaberate	2,5 bis 7.500 Abtastungen je Sekunde, per Software einstellbar (f _{DATA})
Eingangsfiler	
Eckfrequenz	5 kHz
Ordnung	3
Steilheit	60 dB
Filtercharakteristik ADC	Sigma-Delta, siehe Abschnitt "Filtercharakteristik des Sigma-Delta A/D-Wandlers"
Arbeitsbereich / Messgrößenaufnehmer	85 bis 5.000 Ω
Einfluss der Kabellänge ²⁾	Siehe Abschnitt "Berechnungsbeispiel", Sensorkabellänge: max. 30 m
Eingangsschutz	RC-Schutz
Gleichtaktbereich	0 bis 3 VDC Zulässiger Eingangsspannungsbereich (in Bezug auf das Potenzial DMS GND) an den Eingängen "Eingang +" und "Eingang -"
Isolationsspannung zwischen Eingang und Bus	500 V _{eff}
Wandlungsverfahren	Sigma Delta
Ausgabe des Digitalwertes	
Bruch der Brückenversorgungsleitung	Wert geht gegen 0
Bruch der Sensorleitung	Wert geht gegen ±Endwert (Statusbit "Leistungsüberwachung" im Register "Modulstatus" wird gesetzt)
gültiger Wertebereich	0xFF800001 bis 0x007FFFFF (-8.388.607 bis 8.388.607)
Brückenversorgung	
Spannung	5,5 VDC / max. 65 mA
kurzschluss- und überlastfest	Ja
Spannungsabfall am Kurzschlusschutz	max. 0,2 VDC bei 65 mA und 25°C

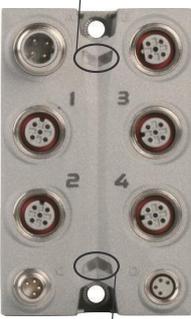
Tabelle 2: X67AI2744 - Technische Daten

Bestellnummer	X67AI2744
Quantisierung ³⁾	
LSB Wert (bezogen auf 16 Bit)	
2 mV/V	336 nV
4 mV/V	671 nV
8 mV/V	1,343 µV
16 mV/V	2,686 µV
32 mV/V	5,371 µV
64 mV/V	10,74 µV
128 mV/V	21,48 µV
256 mV/V	42,97 µV
LSB Wert (bezogen auf 24 Bit)	
2 mV/V	1,31 nV
4 mV/V	2,62 nV
8 mV/V	5,25 nV
16 mV/V	10,49 nV
32 mV/V	20,98 nV
64 mV/V	41,96 nV
128 mV/V	83,92 nV
256 mV/V	167,85 nV
max. Gain-Drift	12 ppm/°C ⁴⁾
max. Offset-Drift	2 ppm/°C ⁵⁾
Nichtlinearität	<10 ppm ⁵⁾
Elektrische Eigenschaften	
Potenzialtrennung	Bus zu Analogeingang und Brückenversorgungsspannung getrennt Kanal zu I/O-Versorgung nicht getrennt
Einsatzbedingungen	
Einbaulage	
waagrecht	Ja
senkrecht	Ja
Aufstellungshöhe über NN (Meeresspiegel)	
0 bis 2000 m	Keine Einschränkung
>2000 m	Reduktion der Umgebungstemperatur um 0,5°C pro 100 m
Schutzart nach EN 60529	IP67
Umgebungsbedingungen	
Temperatur	
Betrieb	-25 bis 60°C
Derating	-
Lagerung	-40 bis 85°C
Transport	-40 bis 85°C
Mechanische Eigenschaften	
Abmessungen	
Breite	53 mm
Höhe	85 mm
Tiefe	42 mm
Gewicht	190 g
Drehmoment für Anschlüsse	
M8	max. 0,4 Nm
M12	max. 0,6 Nm

Tabelle 2: X67AI2744 - Technische Daten

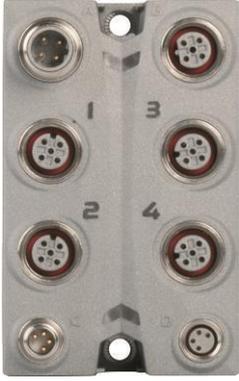
- 1) Bei der 6-Leitertechnik wirkt die Leitungskompensation nicht (siehe Abschnitt "Anschlussbeispiele").
- 2) Sensorkabel mit verdrehten und geschirmten Adern, Kabellänge so kurz wie möglich halten, von Lastkreisen getrennte Kabelführung, ohne Zwischenklemme zum Sensor.
- 3) Quantisierung in Abhängigkeit des Brückenfaktors.
- 4) Bezogen auf den aktuellen Messwert.
- 5) Bezogen auf den gesamten Messbereich.

1.4 Status-LEDs

Abbildung	LED	Beschreibung	
 <p>Statusanzeige 1: links: grün; rechts: rot</p> <p>Statusanzeige 2: links: grün; rechts: rot</p>	Statusanzeige 1	Statusanzeige für X2X Link	
	Grün	Rot	Beschreibung
	Aus	Aus	Keine Versorgung über X2X Link
	Ein	Aus	X2X Link versorgt, Kommunikation in Ordnung
	Aus	Ein	X2X Link versorgt, aber keine X2X Link Kommunikation
	Ein	Ein	PREOPERATIONAL: X2X Link versorgt, Modul nicht initialisiert
	1 - 2	Statusanzeige je Eingang	
	LED	Status	Beschreibung
	Grün	Ein	Der A/D-Wandler läuft, Wert ist in Ordnung
		Aus	Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> • Drahtbruch • Sensor ist abgesteckt • Wandler ist busy
	3 - 4	Diese beiden LEDs werden nicht verwendet	
	Statusanzeige 2	Statusanzeige für Modulfunktion	
	LED	Status	Beschreibung
	Grün	Aus	Modul nicht versorgt
Single Flash		Modus RESET	
Double Flash		Modus BOOT (während Firmware-Update) ¹⁾	
Blinkend		Modus PREOPERATIONAL	
Ein		Modus RUN	
Rot	Aus	Modul nicht versorgt oder alles in Ordnung	
	Ein	Fehler- oder Resetzustand	

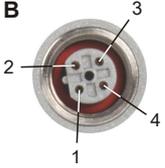
1) Je nach Konfiguration kann ein Firmware-Update bis zu mehreren Minuten benötigen.

1.5 Anschlüsselemente

	X2X Link
	Anschluss A: Eingang
	Anschluss B: Ausgang
Anschluss 1, 3: Eingang 1	
Anschluss 2, 4: Eingang 2	
I/O-Versorgung 24 VDC	
Anschluss C: Einspeisung	
Anschluss D: Weiterleitung	

1.6 X2X Link

Das Modul wird mit vorkonfektionierten Kabeln an X2X Link angeschlossen. Der Anschluss erfolgt über M12-Rundsteckverbinder.

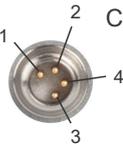
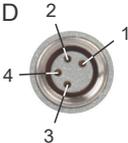
Anschluss	Anschlussbelegung	
	Pin	Bezeichnung
 <p>A</p>	1	X2X+
	2	X2X
	3	X2X _L
	4	X2X _I
Schirm über Gewindeeinsatz im Modul.		
A → B-codiert (male), Eingang B → B-codiert (female), Ausgang		
 <p>B</p>		

1.7 I/O-Versorgung 24 VDC

Die I/O-Versorgung wird über die M8-Anschlüsse C und D angeschlossen. Über Anschluss C (male) wird die I/O-Versorgung eingespeist. Anschluss D (female) dient zur Weiterleitung der I/O-Versorgung an andere Module.

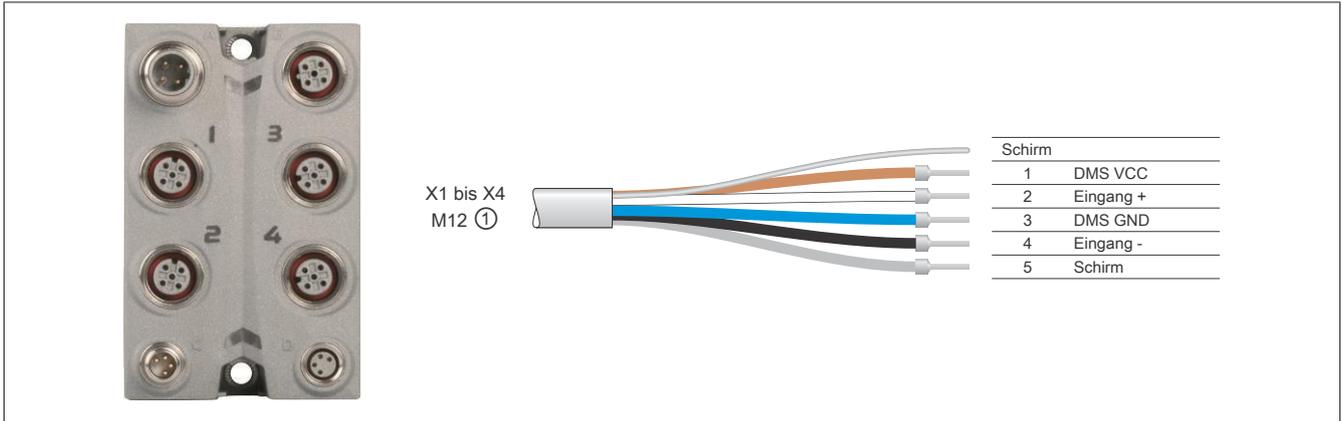
Information:

Der maximal zulässige Strom für die I/O-Versorgung beträgt 8 A (4 A je Anschlusspin)!

Anschluss	Anschlussbelegung	
	Pin	Bezeichnung
 <p>C</p>	1	24 VDC
	2	24 VDC
	3	GND
	4	GND
C → Anschluss (male) im Modul, Einspeisung der I/O-Versorgung D → Anschluss (female) im Modul, Weiterleitung der I/O-Versorgung		
 <p>D</p>		

1.8 Anschlussbelegung

Die maximale Länge des Sensorkabels beträgt 30 m.



- ① X67CA0A41.xxxx: M12 Sensorkabel gerade
- X67CA0A51.xxxx: M12 Sensorkabel gewinkelt

1.8.1 Anschluss X1 bis X4

Das Modul ist mit 2 Kanälen für den Anschluss von DMS-Zellen ausgestattet.

- X1 und X3: Kanal 1 (intern verbunden)
- X2 und X4: Kanal 2 (intern verbunden)

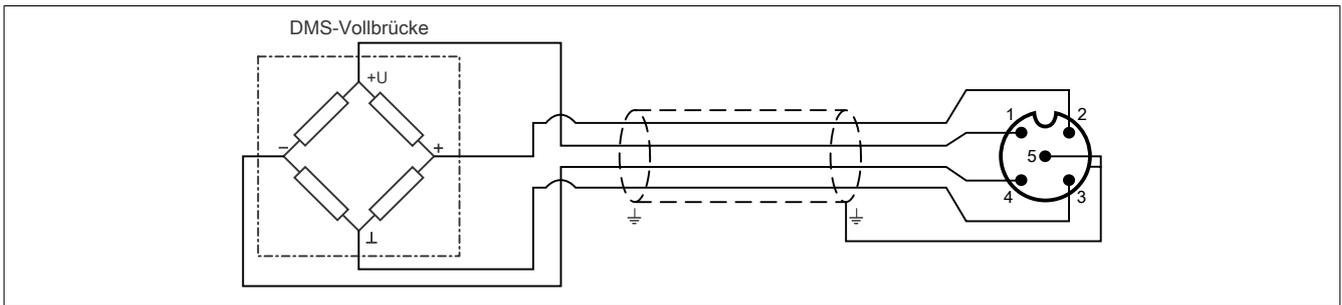
Information:

Die Anschlüsse 1 und 3 bzw. 2 und 4 sind intern miteinander verbunden. Damit können über diese Anschlüsse 2 DMS-Zellen parallel geschaltet und am jeweiligen Kanal angeschlossen werden.

M12, 5-polig	Anschlussbelegung		
Anschluss 1/2	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	DMS VCC	DMS-Brückenversorgung +
	2	Eingang +	Differenzeingang +
	3	DMS GND	DMS-Brückenversorgung GND
	4	Eingang -	Differenzeingang -
	5	Schirm ¹⁾	Schirm
Anschluss 3/4	1) Schirm auch über Gewindeinsatz im Modul.		
	X1 bis X4 → A-codiert (female), Eingang		

1.9 Anschlussbeispiele

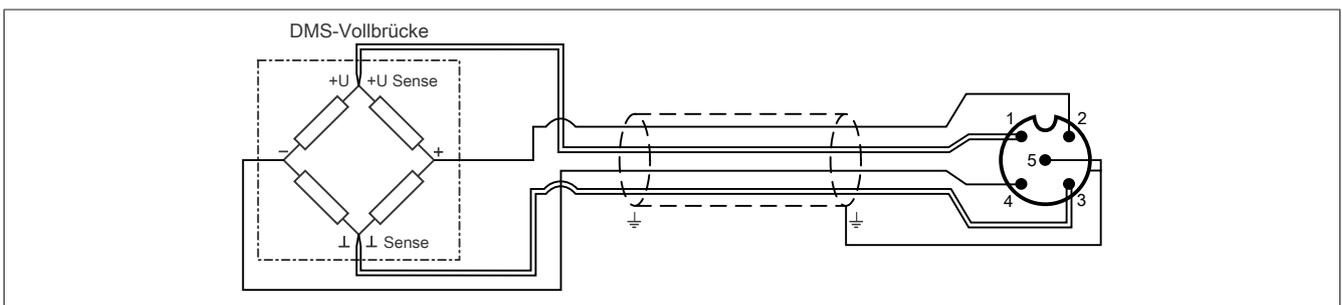
DMS-Vollbrücke mit 4-Leiter Anschluss



DMS-Vollbrücke mit 6-Leiter Anschluss

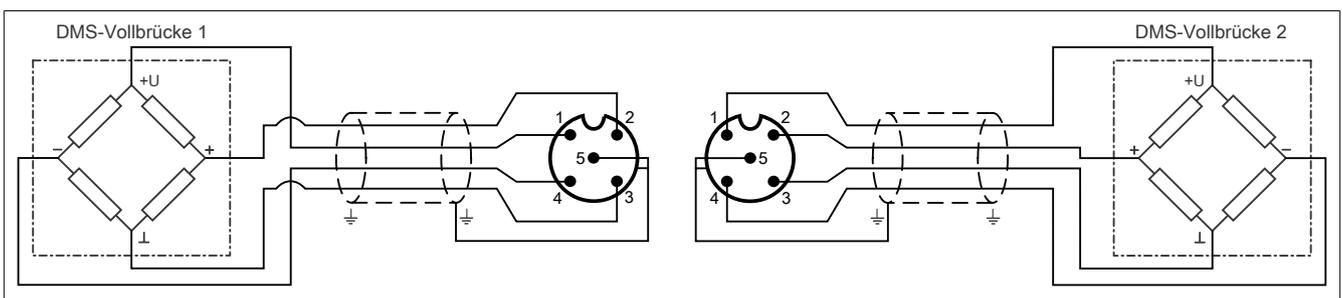
An das Modul können DMS-Vollbrücken mit 6-Leiter Anschluss angeschlossen werden. Die Leitungskompensation wird vom Modul jedoch nicht unterstützt. Die jeweilige Sense-Leitung kann bei Bedarf am DMS VCC- bzw. DMS GND-Anschluss angeschlossen werden. Dadurch verändert sich die Messgenauigkeit bei Veränderung der Betriebstemperatur. Lange Kabelleitungen und kleine Kabelquerschnitte erhöhen ebenfalls den möglichen Fehler des Messsystems.

Zur zusätzlichen Reduktion des Leitungswiderstandes empfiehlt es sich, die Sense-Leitungen mit den DMS-Brückenversorgungsleitungen parallel zu schalten. Die optimale Signalgüte erhält man bei Nutzung paarweise verdrehter und geschirmter Kabel. Ein jeweils verdrehtes Paar verwendet man zum Anschluss der DMS-Versorgung, der Sense-Leitungen und der Brückendifferenzspannung.



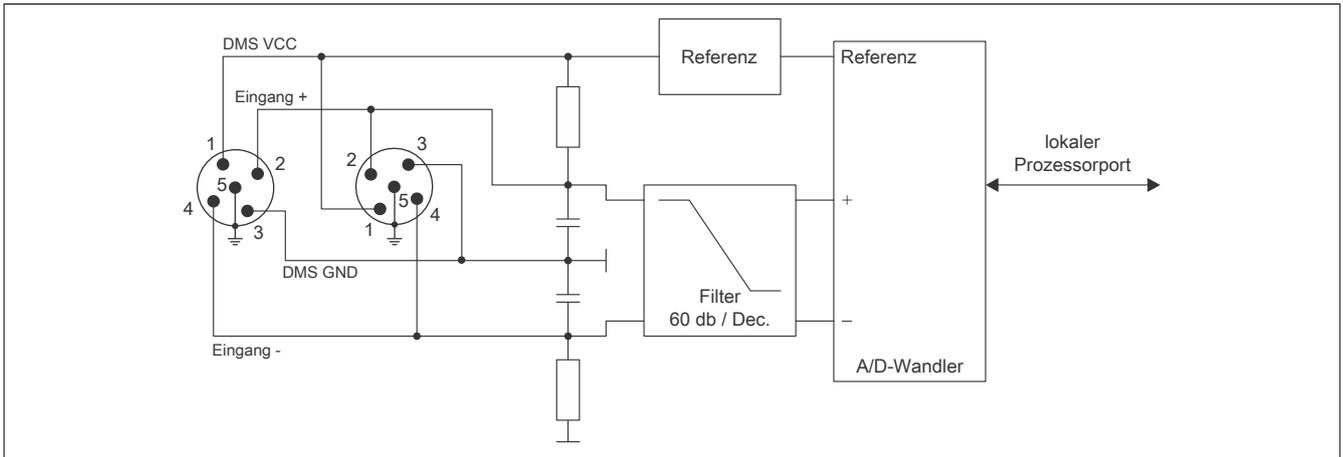
Parallelschaltung von 2 DMS-Vollbrücken (4-Leiter Anschluss)

Bei Parallelschaltung von DMS-Vollbrücken sind die Angaben des Herstellers zu beachten.



Bei Parallelschaltung von 3 oder mehreren DMS-Vollbrücken müssen 2 Anschlussdrähte in einem Stecker zusammengeführt werden.

1.10 Eingangsschema

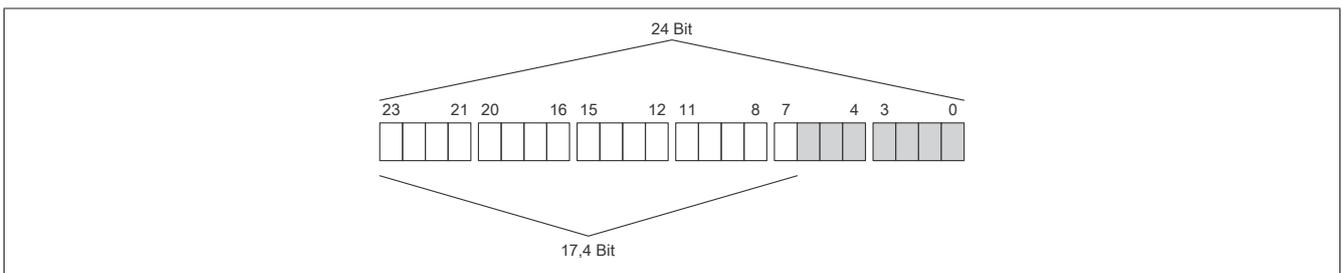


1.11 Effektive Auflösung des A/D-Wandlers

Der A/D-Wandler des Moduls stellt einen 24 Bit breiten Messwert zur Verfügung. Tatsächlich ist die erzielbare rauschfreie Auflösung aber immer kleiner als 24 Bit. Diese sogenannte effektive Auflösung hängt dabei von der Datenrate und dem Messbereich ab.

Beispiel:

Bei einer Datenrate von 2,5 Hz und einem eingestellten Messbereich von 2 mV/V ergibt sich auf Grund der Wandlungsmethode eine effektive Auflösung von 17,4 Bit:



Die niederwertigen Bits (grau dargestellt) enthalten keine gültigen Werte, sondern nur Rauschen, und dürfen deshalb nicht ausgewertet werden.

Beim "Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung" werden nur die höchsten 16 Bits zur Verfügung gestellt.

1.12 Berechnungsbeispiel

Das folgende Beispiel zeigt, welchen Einfluss die Länge der Messleitung auf die Brückenspannung des Moduls und die damit berechnete Quantisierung hat.

1.12.1 Brückenspannung

Obwohl die Messbrücke mit dem Modul abgeglichen werden muss, hat die Leitungslänge einen Einfluss auf die Genauigkeit der Messung. Der Grund hierfür ist der Spannungsabfall auf den Versorgungsleitungen der Messbrücke. Dadurch beträgt die Brückenversorgungsspannung an der Messbrücke nicht mehr die vollen 5,5 V. Die verminderte Brückenspannung hat auch Auswirkungen auf die Quantisierung.

Beispiel

Kenndaten der verwendeten Messeinrichtung:

- DMS-Vollbrücke mit 4-Leiter Anschluss
- Materialabhängige Leitfähigkeit der Leitung (Kupfer: $12 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$)
- Querschnitt der Leitung: 22 AWG = $0,34 \text{ mm}^2$
- Länge der Leitung: 5 m
- Nennstrom der Messbrücke: 15 mA
- Brückenspannung des Moduls: 5,5 V

Die tatsächliche Brückenspannung unter Berücksichtigung des Spannungsabfalls auf der Messleitung beträgt:

$$5,5 \text{ V} - \frac{2 \cdot 5 \text{ m}}{12 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 0,34 \text{ mm}^2} \cdot 0,015 \text{ A} = 5,463 \text{ V}$$

Mit dieser errechneten tatsächlichen Brückenspannung, muss die Quantisierung berechnet werden (siehe "[Quantisierung](#)" auf Seite 10).

1.12.2 Quantisierung

In einer Wäge-Applikation soll aus dem vom Modul ermittelten Wert das entsprechende Gewicht, welches auf der angeschlossenen Wägezelle liegt, ermittelt werden.

Beispiel

Die Kenndaten der DMS-Wägezelle lauten wie folgt:

- Nennlast: 1000 kg
- Brückenfaktor: 4 mV/V
- Tatsächliche Brückenspannung: 5,463 V

Maximale Quantisierung:

Aus dem Brückenfaktor der DMS-Wägezelle ergibt sich durch Multiplikation mit der Brückenversorgungsspannung des Moduls der Wert für den positiven Vollausschlag bei der spezifizierten Nennlast von 1000 kg:

$$4 \text{ mV/V} \cdot 5,5 \text{ V} = 22 \text{ mV}$$

Tatsächliche Quantisierung:

Unter Berücksichtigung des Spannungsabfalls auf der Messleitung ergibt sich eine tatsächliche Brückenspannung von 5,463 V (Berechnung siehe Abschnitt "[Brückenspannung](#)" auf Seite 9). Multipliziert man diese Spannung mit dem Brückenfaktor von 4 mV/V ergibt sich eine tatsächliche Quantisierung von:

$$4 \text{ mV/V} \cdot 5,463 \text{ V} = 21,85 \text{ mV}$$

Diese 21,85 mV entsprechen 99,3% vom maximal möglichen Messbereich.

Information:

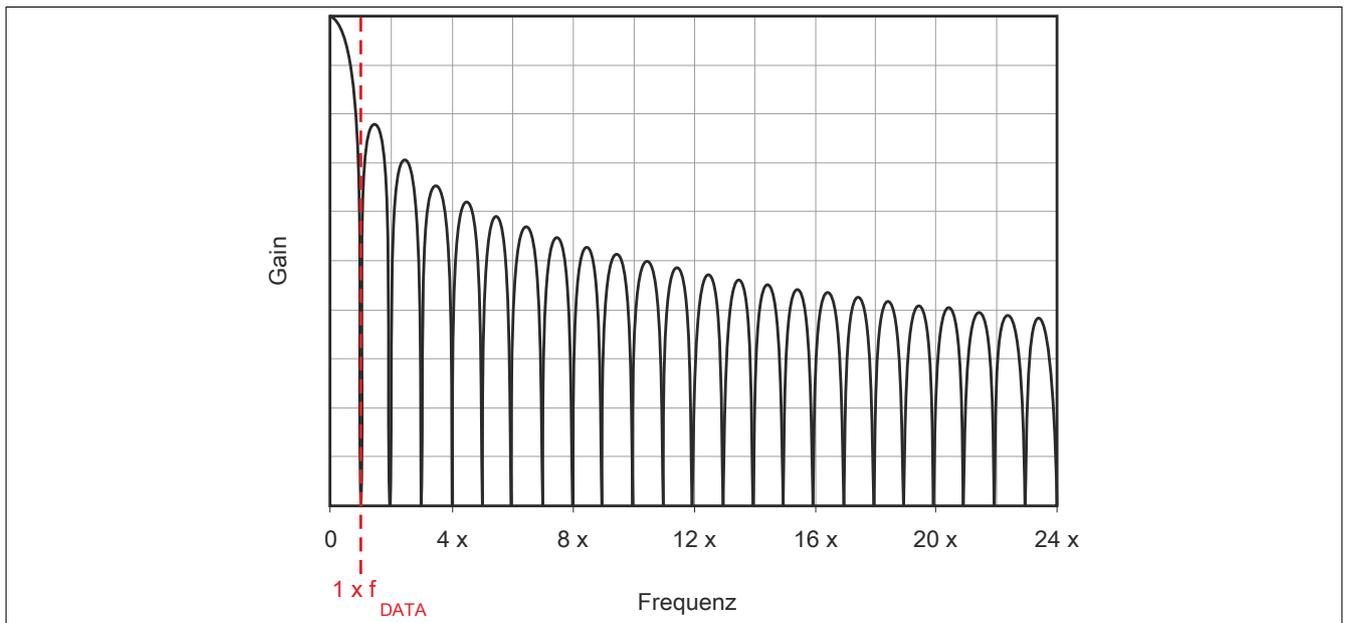
Wenn sich die Quantisierung verringert, verringert sich auch die maximal mögliche effektive Auflösung (siehe "[Effektive Auflösung des A/D-Wandlers](#)" auf Seite 8).

Mit einer einfachen Dreisatzrechnung kann nun (wie in der Tabelle verdeutlicht) der entsprechende Wert von Gewicht auf Wandlerwert und umgekehrt errechnet werden. Diese vereinfachte theoretische Betrachtung gilt jedoch nur für ein ideales Messsystem. Da nicht nur das Modul, sondern vor allem auch die DMS-Brücken Toleranzen (Offset, Gain) aufweisen, empfiehlt sich ein Abgleich im gesamten Messsystem. Bei der Tarierung wird zuerst der Offset der Steigungsgeraden neu berechnet, und bei der Normierung wird der Gain der Geradengleichung ermittelt. Diese Berechnungen müssen zusätzlich zu der in der Tabelle aufgezeigten Rechnung in der Applikation durchgeführt werden.

24 Bit Wert des Moduls		Quantisierung	Entsprechendes Gewicht
0x007F FFFF	8.388.607	21,85 mV	1000 kg
0x0000 0001	1	2,61 nV	0,119 g
0x0000 20C3	8387	21,85 µV	1 kg
0x0001 0000	65536	170,7 µV	7,81 kg

Die Werte für jeweils 1 LSB sind auch unter den technischen Daten des Moduls beim Punkt "Quantisierung" zu finden (jeweils für 1 LSB bezogen auf 16 Bit und auf 24 Bit).

1.13 Filtercharakteristik des Sigma-Delta A/D-Wandlers

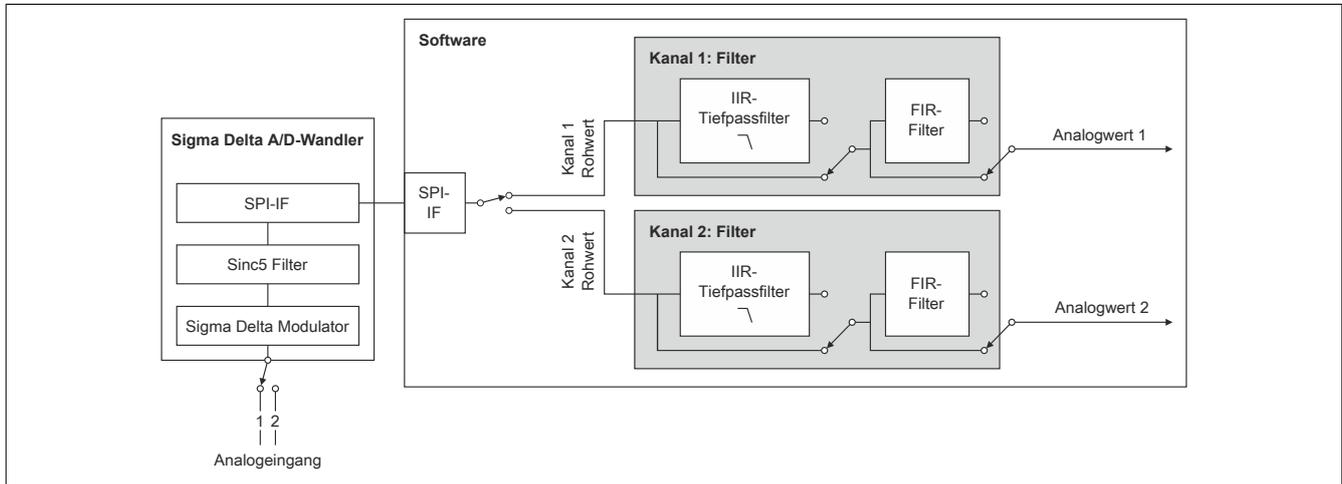


1.14 Softwarefilter

Für den Analogeingang stehen 2 Filter zur Verfügung. Diese können einzeln zur Laufzeit zugeschaltet und konfiguriert werden. Per Default sind nach dem Einschalten beide Filter deaktiviert. Die Kontrolle und Konfiguration der Filter erfolgt mit Hilfe des "Funktionsmodell 2 - Erweiterter Filter".

Um eine Anpassung des Filterverhaltens an die Messsituation bzw. den Maschinenzklus zu ermöglichen (hohe Dynamik und niedrige Genauigkeit oder geringe Dynamik und hohe Genauigkeit), kann die Filtercharakteristik sowohl des IIR-Tiefpass-Filters als auch des FIR-Filters jederzeit synchron geändert werden.

Filterschema



1.14.1 IIR-Tiefpassfilter

1.14.1.1 Allgemeines

Das IIR-Tiefpassfilter dient der allgemeinen Glättung und Auflösungserhöhung des Analogwerts. Das Filter arbeitet nach folgender Formel:

$$y = y_{\text{alt}} + \frac{x - y_{\text{alt}}}{2^{\text{Filterstufe}}}$$

x ... aktueller Filtereingangswert

y_{alt} ... alter Filterausgangswert

y ... neuer Filterausgangswert

Der Parameter "Filterstufe" in obiger Formel wird mit Hilfe des Registers "ConfigCommonOutput0x" auf Seite 29 eingestellt. Bei deaktiviertem IIR-Tiefpassfilter ist "Filterstufe" = 0.

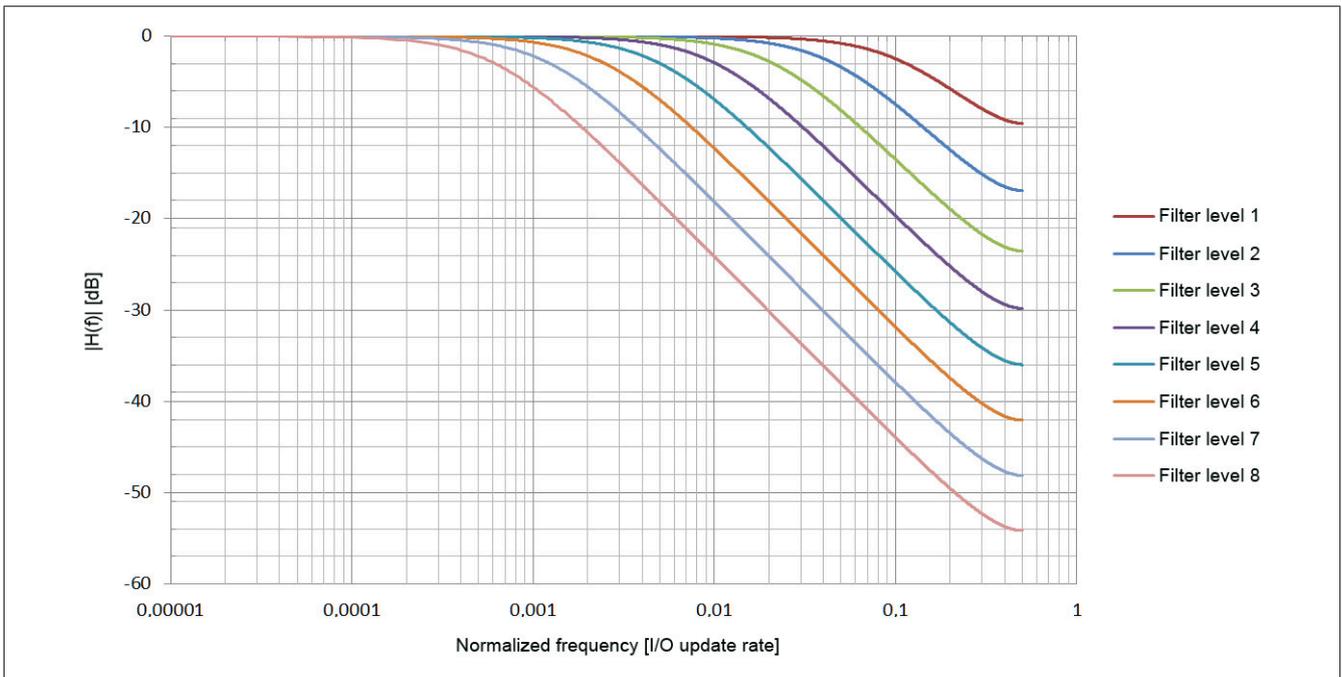
1.14.1.2 Filtercharakteristik des IIR-Tiefpassfilters 1. Ordnung

Grenzfrequenz f_c

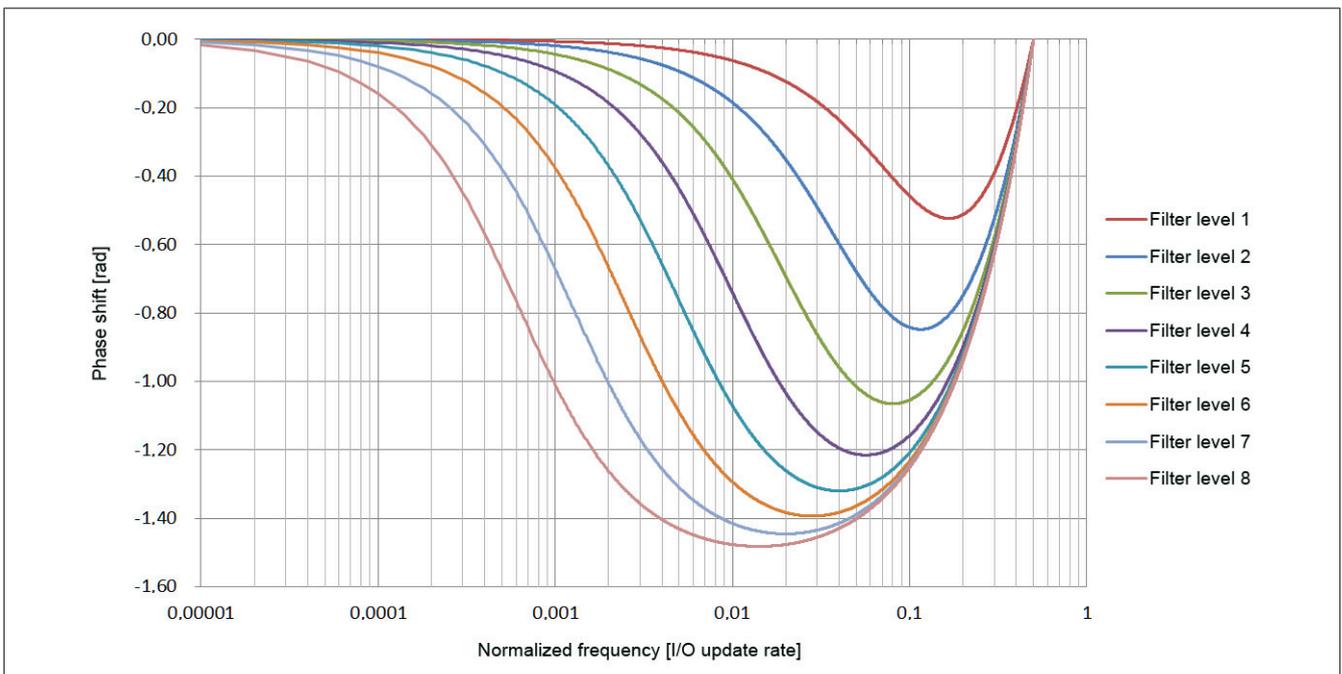
Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der -3 dB-Grenzfrequenz f_c in Abhängigkeit der eingestellten Filterstufe.

Filterstufe	Normalized f _c [I/O-Update rate]	f _c [Hz] I/O-Update rate = 7500/s	f _c [Hz] I/O-Update rate = 10000/s
1	0,11476	860,7	1147,6
2	0,046	345	460
3	0,02124	159,3	212,4
4	0,01026	76,95	102,6
5	0,00504	37,8	50,4
6	0,0025	18,8	25
7	0,00124	9,3	12,4
8	0,00062	4,65	6,2

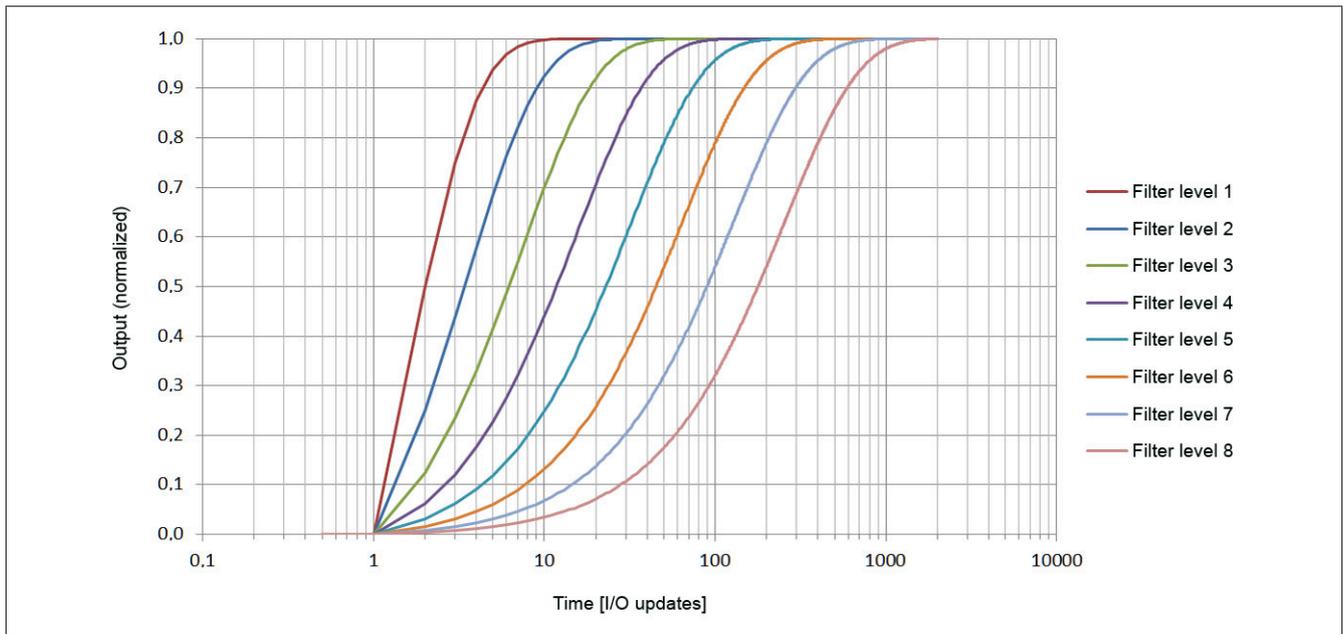
Gain des IIR-Tiefpassfilters



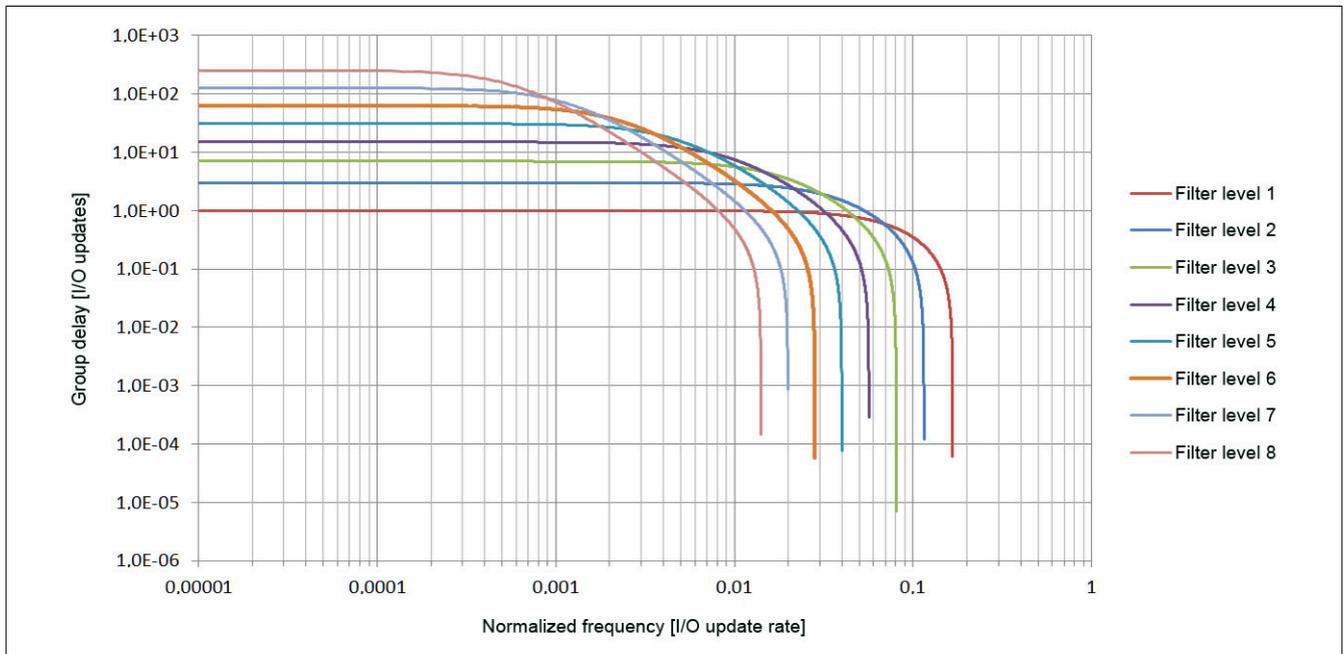
Phasenverschiebung des IIR-Tiefpassfilters



Sprungantwort des IIR-Tiefpassfilters



Gruppenverzögerung des IIR-Tiefpassfilters



1.14.2 FIR-Filter

Das FIR-Filter kann so wie das IIR-Tiefpassfilter ebenfalls zur Signalglättung und Auflösungserhöhung verwendet werden. Durch geeignete Einstellung der Filterlänge können außerdem gezielt einzelne Störfrequenzen sehr effizient ausgefiltert werden. Die Störfrequenzen können sowohl mechanischen als auch elektromagnetischen Ursprungs sein. Auch deren Vielfache werden ausgefiltert (sofern sie ein ganzzahliger Teiler der Datenausgaberate sind).

Beispiel:

Datenausgaberate = 10000 Abtastungen/s, Mittelung über 10 Werte → "Notch" bei 1 kHz (2 kHz usw.)

Bei Umkonfiguration des Filters dauert es $1/\text{Datenrate}$ (FIR-Filter im Modus "Selektierbare Datenrate") bzw. $1/\text{Filterfrequenz}$ (FIR-Filter im Modus "Hochauflösende Datenrate") bis der Filter eingeschwungen ist. Während des Einschwingens ist Bit 5 in Register "StatusInput0x" auf Seite 31 gesetzt.

1.14.2.1 Filtercharakteristik des FIR-Filters im Modus "Selektierbare Datenrate"

Die folgende Tabelle gilt für "Funktionsmodell 0 - Standard" und "Funktionsmodell 254 - Bus Controller" sowie für das "Funktionsmodell 2 - Erweiterter Filter" im Modus "Selektierbare Datenrate".

Einstellwert 1) 2)	Datenrate (f_{Data}) [Hz] 3) 4)	f_{Notch} [Hz]	I/O-Update rate [Hz]		I/O-Updatezeit [ms]	
			Funktionsmodell 0 und 254	Funktionsmodell 2 (Modus "Selektierbare Datenrate")	Funktionsmodell 0 und 254	Funktionsmodell 2 (Modus "Selektierbare Datenrate")
0000	2,5	2,5	2,5	7500	400	0,133
0001	5	5	5	7500	200	0,133
0010	10	10	10	7500	100	0,133
0011	15	15	15	7500	66,6667	0,133
0100	25	25	25	7500	40	0,133
0101	30	30	30	7500	33,3333	0,133
0110	50	50	50	7500	20	0,133
0111	60	60	60	7500	16,6667	0,133
1000	100	100	100	7500	10	0,133
1001	500	500	500	7500	2	0,133
1010	1000	1000	1000	10000	1	0,1
1011	2000	2000	2000	10000	0,5	0,1
1100	3750	3750	3750	7500	0,2667	0,133
1101	7500	7500	7500	7500	0,1333	0,133
1110	Reserviert					
1111	Reserviert					

- 1) Funktionsmodell 0 und 254: Bit 0 bis 3 der Register "ConfigOutput0x" auf Seite 22
- 2) Funktionsmodell 2: Bit 0 bis 3 des Registers "ConfigDataRateOutput0x" auf Seite 30
- 3) Funktionsmodell 0 und 254: Datenrate = $1/\text{Filterlänge [s]}$ (f_{Notch}) = I/O-Update rate
- 4) Funktionsmodell 2: Datenrate = $1/\text{Filterlänge [s]}$ (f_{Notch})

1.14.2.2 Filtercharakteristik des FIR-Filters im Modus "Hochauflösende Datenrate"

Die folgende Tabelle gilt für das "Funktionsmodell 2 - Erweiterter Filter".

Einstellwert [0,1 Hz] ¹⁾	Datenrate (f _{Data}) [Hz]	f _{Notch} [Hz]	I/O-Updatezeit [µs]
1 bis 65535	Einstellwert / 10	= Datenrate	≈100 µs ²⁾

1) Einstellwert von Register [ConfigHighResolutionOutput0x](#) (Seite 30)

2) Der Wert variiert zwischen 75 und 125 µs (siehe auch nächster Abschnitt "I/O-Updatezeit")

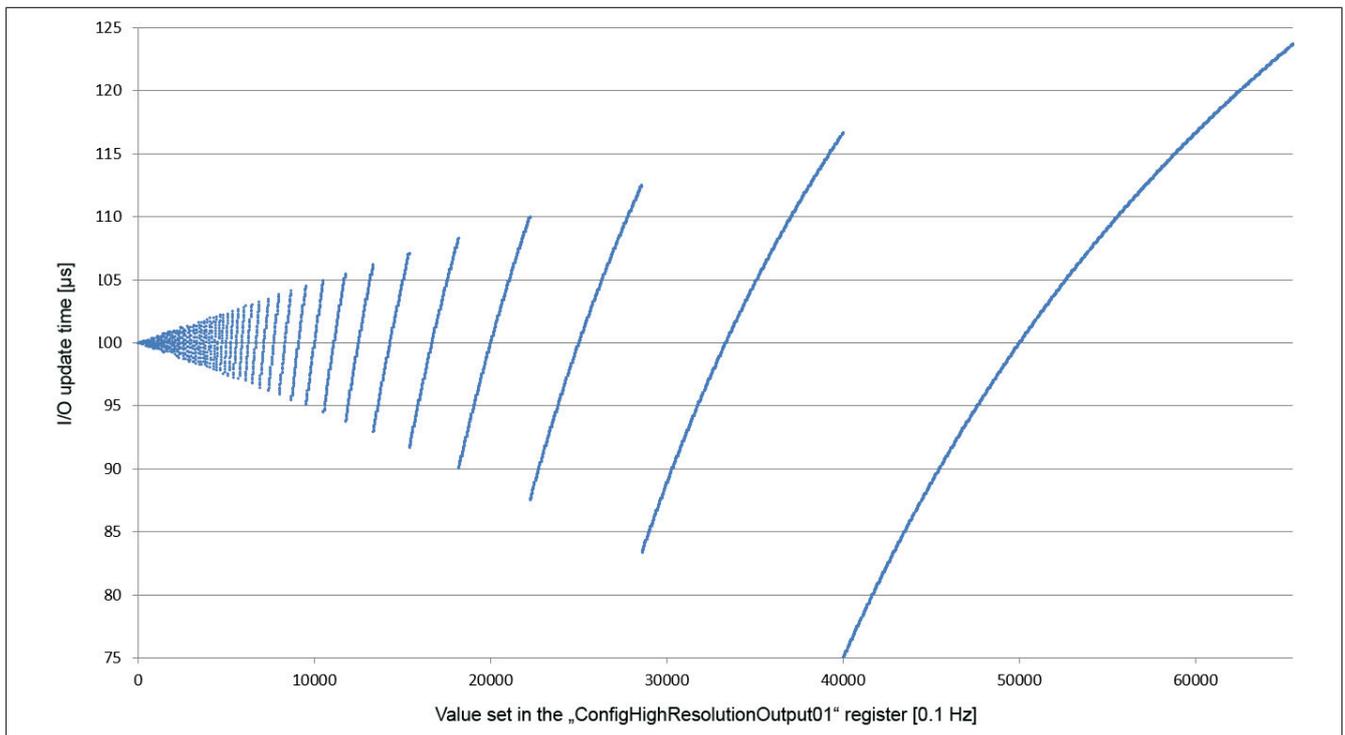
I/O-Updatezeit

Der Wert der I/O-Updatezeit ist vom Einstellwert abhängig und variiert zwischen 75 und 125 µs. Mit Hilfe der folgenden Formel kann die I/O-Updatezeit genau berechnet werden:

$$\text{I/O-Updatezeit} = 1e6 \cdot (2e-4 - 10 / (\text{Einstellwert} \cdot [10 / (1e-4 \cdot \text{Einstellwert})]))$$

Legende: Die eckige Klammer in obiger Formel bedeutet, dass der berechnete Wert auf eine ganze Zahl gerundet werden muss.

Im folgenden Bild ist die I/O-Updatezeit abhängig vom Einstellwert grafisch dargestellt:

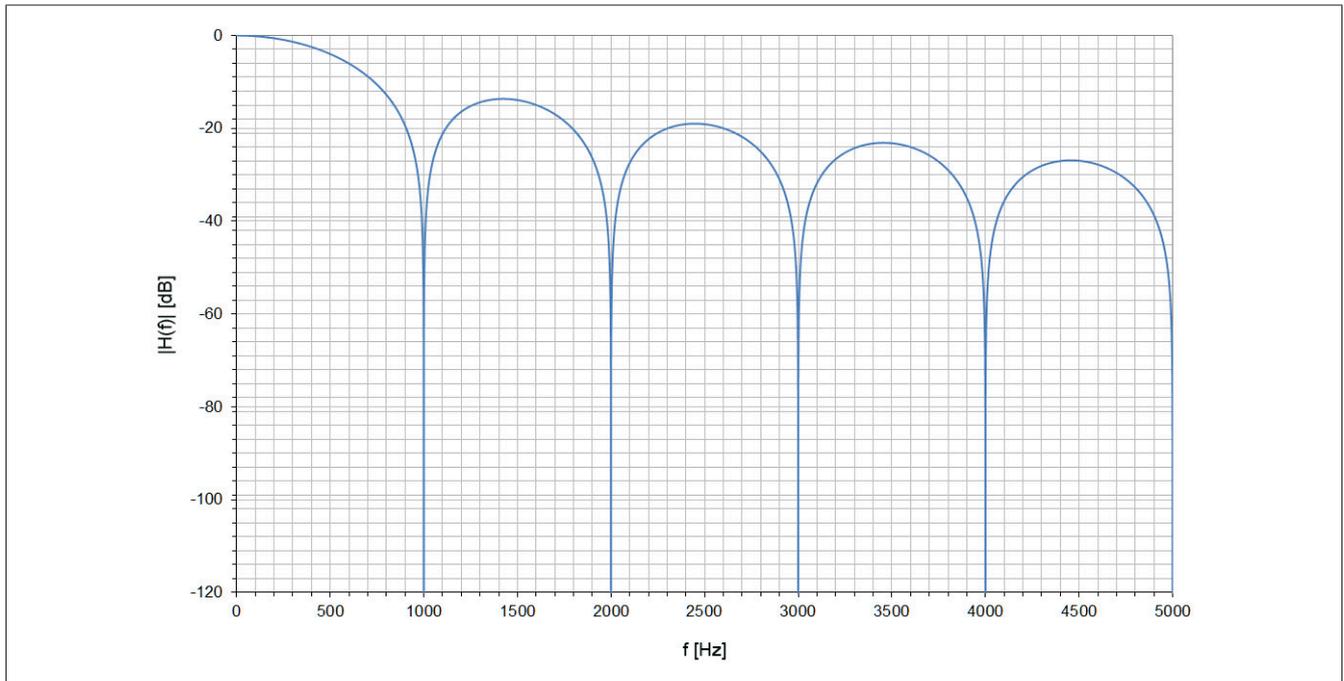


1.14.2.3 Beispiele für den Gain des FIR-Filters

Beispiel 1

Filtereinstellung = 10:

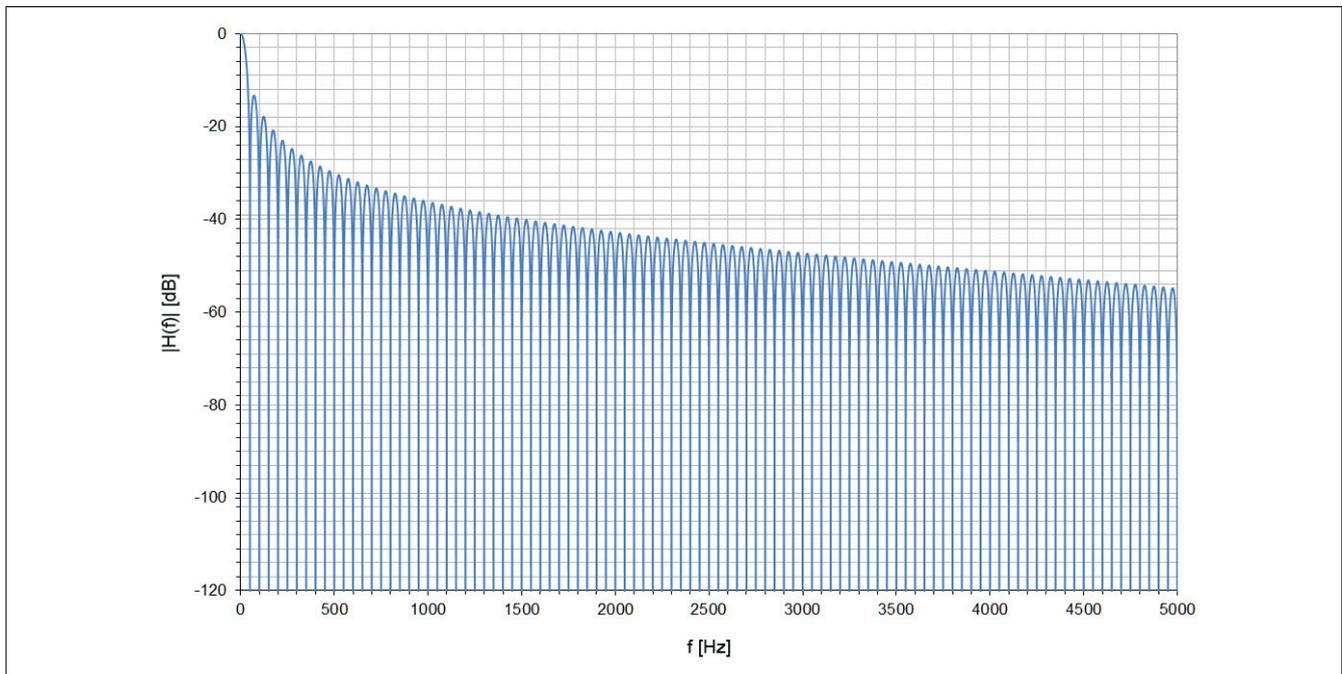
- $f_{\text{Notch}} = 1000 \text{ Hz}$
- $f_c = 439,3 \text{ Hz}$



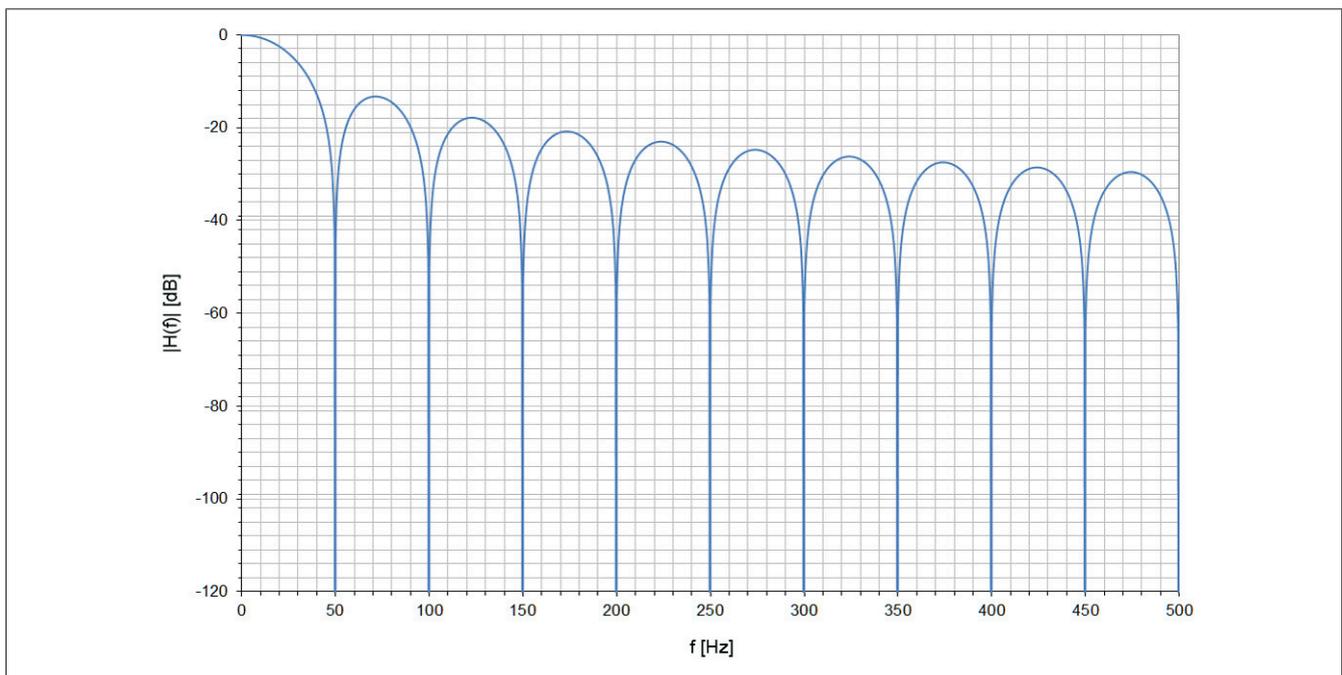
Beispiel 2

Filtereinstellung = 6:

- $f_{\text{Notch}} = 50 \text{ Hz}$
- $f_c = 21,8 \text{ Hz}$



Detailausschnitt zur oben dargestellten Filterkurve:



1.15 Registerbeschreibung

1.15.1 Funktionsmodell 0 - Standard

Register	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
			Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Analogsignal - Konfiguration						
16	ConfigOutput01 (A/D-Wandlerkonfiguration 1)	USINT			•	
17	ConfigOutput02 (A/D-Wandlerkonfiguration 2)	USINT			•	
18	ConfigCycletime01	UINT				•
20	ConfigCycletime02	UINT				•
Analogsignal - Kommunikation						
4	AnalogInput01	DINT	•			
8	AnalogInput02	DINT	•			
2	StatusInput01	USINT	•			

1.15.2 Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung

Information:

Das "Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung" ist nur auf Kanal 1 anwendbar.

In diesem Funktionsmodell wird der A/D-Wandler synchron zum X2X Link mit einer fest vorgegebenen A/D-Wandler-Zykluszeit bedient. Diese ist als Wert von 50 oder 100 µs konfigurierbar.

Das Modul liefert je nach Konfiguration zwischen 3 und 10 Messwerte pro X2X Zyklus. Bei einer X2X Zykluszeit von 400 µs und einer A/D-Wandler-Zykluszeit von 50 µs werden exakt 8 Messungen vorgenommen und das Modul kann 8 Werte liefern (DMS-Wert 01 bis DMS-Wert 08).

Bei einer höheren Zykluszeit entsprechen die gelieferten Werte den letzten Messungen. Bei einer X2X Zykluszeit die kein ganzzahliges Vielfaches der konfigurierten A/D-Wandler-Zykluszeit ist, kann die Wandlung nicht zum X2X Link synchronisiert werden. In diesem Fall liefert das Modul den ungültigen Wert 0x8000.

Beispiel 1

Bei einer X2X Zykluszeit von 800 µs können pro X2X Zyklus 16 Messungen bei einer A/D-Wandler-Zykluszeit von 50 µs durchgeführt werden. Davon werden die ersten 6 Messwerte verworfen und die letzten 10 Messwerte vom Modul zur Verfügung gestellt.

Bei einer kleineren X2X Zykluszeit sind nur so viele Messwerte sinnvoll, wie auch Messungen durchgeführt werden können. Alle anderen Messwerte sind ungültig (0x8000). Um die Last am X2X Link zu minimieren, besteht die Möglichkeit, diese nicht benötigten Register zu deaktivieren (siehe "Anzahl der Messwerte" auf Seite 28).

Beispiel 2

Bei einer X2X Zykluszeit von 300 µs können pro X2X Zyklus 6 Messungen bei einer A/D-Wandler-Zykluszeit von 50 µs durchgeführt werden. Deshalb sind auch nur die ersten 6 Register gültig. Die Register für den 7. bis 10. Messwert (AnalogInput07 bis AnalogInput10) sollten deaktiviert werden, indem in der I/O-Konfiguration die Einstellung [Anzahl der Messwerte](#) auf "6 Messwerte" gestellt wird.

Register	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
			Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Analogsignal - Konfiguration						
1601	ConfigGain01_MultiSample (A/D-Wandlerkonfiguration 1)	USINT			•	
1603	ConfigCycletime01_MultiSample	USINT				•
Analogsignal - Kommunikation						
1534 + N * 4	AnalogInput0N (N = 1 bis 10)	INT	•			
260	StatusInput01	USINT	•			

1.15.3 Funktionsmodell 2 - Erweiterter Filter

In diesem Funktionsmodell können der IIR-Tiefpassfilter und der FIR-Filter aktiviert werden.

Register	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
			Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Analogsignal - Konfiguration						
272	ConfigCommonOutput01 (A/D-Wandler- und IIR-Filterkonfiguration 1)	USINT			•	
400	ConfigCommonOutput02 (A/D-Wandler- und IIR-Filterkonfiguration 2)	USINT			•	
288	ConfigFilterOutput01	UINT				•
416	ConfigFilterOutput02	UINT				•
273	ConfigDatarateOutput01	USINT			•	
401	ConfigDatarateOutput02	USINT			•	
274	ConfigHighResolutionOutput01	UINT			•	
402	ConfigHighResolutionOutput02	UINT			•	
Analogsignal - Kommunikation						
4	AnalogInput01	DINT	•			
8	AnalogInput02	DINT	•			
1169	StatusInput01	USINT	•			
1425	StatusInput02	USINT	•			
256	AdcConvTimeStampInput01	DINT	•			
384	AdcConvTimeStampInput02	DINT	•			

1.15.4 Funktionsmodell 3 - DATA_to_SafeDATA

Dieses Funktionsmodell unterscheidet sich vom "Funktionsmodell 2 - Erweiterte Filter" durch zusätzliche Register, die eine Verwendung des Moduls mit einer SafeLOGIC ermöglichen.

Register	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
			Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Analogsignal - Konfiguration						
272	ConfigCommonOutput01 (A/D-Wandler- und IIR-Filterkonfiguration 1)	USINT			•	
400	ConfigCommonOutput02 (A/D-Wandler- und IIR-Filterkonfiguration 2)	USINT			•	
288	ConfigFilterOutput01	UINT				•
416	ConfigFilterOutput02	UINT				•
273	ConfigDatarateOutput01	USINT			•	
401	ConfigDatarateOutput02	USINT			•	
274	ConfigHighResolutionOutput01	UINT			•	
402	ConfigHighResolutionOutput02	UINT			•	
DataToSaveData - Konfiguration						
7170	CFO_DTS_SourceRef	INT				•
Analogsignal - Kommunikation						
4	AnalogInput01	DINT	•			
8	AnalogInput02	DINT	•			
1169	StatusInput01	USINT	•			
1425	StatusInput02	USINT	•			
256	AdcConvTimeStampInput01	DINT	•			
384	AdcConvTimeStampInput02	DINT	•			
DataToSaveData - Kommunikation						
7188	AnalogInput01	DINT	•			
7196	AdcConvTimeStamp01	DINT	•			
7202	DTS_SourceRef	INT	•			
7206	DTS_CheckSum	INT	•			

1.15.5 Funktionsmodell 254 - Bus Controller

Im Funktionsmodell Bus Controller verhält sich das Modul wie im Funktionsmodell Standard, mit dem Unterschied, dass nicht zum X2X Link synchronisiert wird, selbst wenn im Register ADC Konfiguration der Synchronmodus aktiviert ist. Stattdessen verhält sich das Modul so, wie wenn die eingestellte ADC Zykluszeit kein Teiler oder Vielfaches der X2X Zykluszeit wäre und versucht die eingestellte ADC Zykluszeit möglichst exakt einzuhalten.

Register	Offset ¹⁾	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
				Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Analogsignal - Konfiguration							
16	0	ConfigOutput01 (A/D-Wandlerkonfiguration 1)	USINT			•	
17	2	ConfigOutput02 (A/D-Wandlerkonfiguration 2)	USINT			•	
18	-	ConfigCycletime01	UINT				•
20	-	ConfigCycletime02	UINT				•
Analogsignal - Kommunikation							
4	0	AnalogInput01	DINT	•			
8	4	AnalogInput02	DINT	•			
2	8	StatusInput01	USINT	•			

1) Der Offset gibt an, wo das Register im CAN-Objekt angeordnet ist.

1.15.5.1 Verwendung des Moduls am Bus Controller

Das Funktionsmodell 254 "Bus Controller" wird defaultmäßig nur von nicht konfigurierbaren Bus Controllern verwendet. Alle anderen Bus Controller können, abhängig vom verwendeten Feldbus, andere Register und Funktionen verwenden.

Für Detailinformationen siehe X67 Anwenderhandbuch (ab Version 3.30), Abschnitt "Zusätzliche Informationen - Verwendung von I/O-Modulen am Bus Controller".

1.15.5.2 CAN-I/O Bus Controller

Das Modul belegt an CAN-I/O 2 analoge logische Steckplätze.

1.15.6 Register für Funktionsmodell "0 - Standard" und "254 - Bus Controller"

1.15.6.1 Analogsignal - Konfiguration

1.15.6.1.1 A/D-Wandlerkonfiguration

Name:

ConfigOutput01 bis ConfigOutput02

In diesem Register kann die Datenrate und der Messbereich des A/D-Wandlers konfiguriert werden.

Datentyp	Werte	Bus Controller Default
USINT	Siehe Bitstruktur	13

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 3	Datenrate f_{DATA} (Abtastungen je Sekunde):	0000	2,5
		0001	5
		0010	10
		0011	15
		0100	25
		0101	30
		0110	50
		0111	60
		1000	100
		1001	500
		1010	1000
		1011	2000
		1100	3750
		1101	7500 (Bus Controller Default)
1110	Synchronmodus		
1111	Reserviert		
4 - 6	Standardmessbereich (Bit 6 = 0)	000	16 mV/V (Bus Controller Default)
		001	8 mV/V
		010	4 mV/V
		011	2 mV/V
	Erweiterter Messbereich (Bit 6 = 1)	100	256 mV/V
		101	128 mV/V
		110	64 mV/V
		111	32 mV/V
7	Reserviert	0	(Muss 0 sein)

Synchronmodus

Ab der Firmware Version 3 kann der A/D-Wandler auf dem Modul synchron zum X2X Link bedient und ausgelesen werden. Durch Auswahl des entsprechenden Betriebsmodus im Register "ConfigOutput" auf Seite 22 wird der Synchronmodus aktiviert. Dazu muss im Register "ConfigCycletime" auf Seite 23 eine Zeit zwischen 200 und 2000 μ s eingestellt werden. Entspricht diese Zeit einem ganzzahligen Teil oder einem Vielfachen der eingestellten Zykluszeit des X2X Link, so wird der A/D-Wandler synchron zum X2X Link ausgelesen.

Information:

Die A/D-Wandler-Zykluszeit muss bei Verwenden des Synchronmodus $\geq 1/4$ der X2X Zykluszeit sein!

Das Bit 2 im Modulstatus wird gesetzt (das heißt, der A/D-Wandler läuft nicht synchron), ...

- ... wenn die eingestellte A/D-Wandler-Zykluszeit nicht zum X2X Link synchronisiert werden kann.
- ... wenn sich das Modul noch in der Einschwingphase befindet.

Jitter, Totzeit und Einschwingzeit:

Jitter		
A/D-Wandler-Zykluszeiten <1500 μ s		Max. $\pm 1 \mu$ s
A/D-Wandler-Zykluszeiten >1500 μ s		Max. $\pm 4 \mu$ s
Totzeit zum X2X Link		50μ s + $\frac{X2X \text{ Zykluszeit}}{128}$
Einschwingzeit		150 x X2X Zykluszeit

Die Einschwingzeit entspricht der benötigten Zeit, bis nach dem Aktivieren des Synchronmodus bzw. nach der Umstellung der A/D-Wandler-Zykluszeit der A/D-Wandler synchron bedient werden kann.

1.15.6.1.2 A/D-Wandler-Zykluszeit

Name:

ConfigCycletime01 bis ConfigCycletime02

Dieses Register wird nur im "Synchronmodus" verwendet. Wird in der A/D-Wandlerkonfiguration der Synchronmodus aktiviert, so versucht das Modul den A/D-Wandler möglichst synchron zum X2X Link zu bedienen (ausgehend von der in diesem Register eingestellten A/D-Wandler-Zykluszeit). Dazu ist es selbstverständlich erforderlich, dass die Zykluszeit des X2X Link und A/D-Wandler-Zykluszeit in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen. Folgende Bedingungen sind einzuhalten:

- 1 A/D-Wandler-Zykluszeit $\geq 1/4$ X2X Zykluszeit
- 2 A/D-Wandler-Zykluszeit entspricht einem ganzzahligen Teiler oder Vielfachen der X2X Zykluszeit
- 3 A/D-Wandler-Zykluszeit muss im Bereich 200 bis 2000 μs liegen

Datentyp	Werte	Information
UINT	200 bis 2000	Bus Controller Default: 0

1.15.6.2 Analogsignal - Kommunikation

1.15.6.2.1 Modulstatus

Name:

StatusInput01

In diesem Register wird der aktuelle Status des Moduls abgebildet.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0	Kanal1: A/D-Wandlerwerte	0	A/D-Wandlerwert gültig
		1	A/D-Wandlerwert ungültig (Analogwert = 0xFF800000). Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> • Fehler in Brückenversorgung • ADC ist (noch) nicht konfiguriert
1	Kanal1: Leitungsüberwachung	0	Ok
		1	Drahtbruch
2	Kanal1: Nur gültig im Synchronmodus	0	A/D-Wandler läuft synchron zum X2X Link
		1	A/D-Wandler läuft nicht synchron zum X2X Link
3	Reserviert	-	
4	Kanal 2: A/D-Wandlerwerte	0	A/D-Wandlerwert gültig
		1	A/D-Wandlerwert ungültig (Analogwert = 0xFF800000). Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> • Fehler in Brückenversorgung • ADC ist (noch) nicht konfiguriert
5	Kanal 2: Leitungsüberwachung	0	Ok
		1	Drahtbruch
6	Kanal 2: Nur gültig im Synchronmodus	0	A/D-Wandler läuft synchron zum X2X Link
		1	A/D-Wandler läuft nicht synchron zum X2X Link
7	Reserviert	-	

- 1) Die Drahtbrucherkenkung arbeitet im Standardmessbereich (2 bis 16 mV/V) in allen einstellbaren Datenraten zuverlässig. Im erweiterten Messbereich (32 bis 256 mV/V, ab Firmware-Version 5) funktioniert die Drahtbrucherkenkung (aufgrund der variablen Eingangsimpedanz des Verstärkers abhängig von der eingestellten Datenrate) nicht zuverlässig.

1.15.6.2.2 DMS-Wert

Name:

AnalogInput01 bis AnalogInput02

Dieses Register enthält den vom A/D-Wandler ermittelten Rohwert der DMS-Vollbrücke mit 24-Bit Auflösung.

Datentyp	Werte	Information
DINT	-8.388.608	Negativer ungültiger Wert
	-8.388.607	Negativer Vollausschlag / Unterlauf
	-8.388.606 bis 8.388.606	Gültiger Bereich
	8.388.607	Positiver Vollausschlag / Überlauf / Drahtbruch

Effektive Auflösung

Die effektive Auflösung des A/D-Wandlers ist prinzipbedingt abhängig von der Datenrate und dem Messbereich (siehe "Effektive Auflösung des A/D-Wandlers" auf Seite 8).

Die folgende Tabelle zeigt, wie die effektive Auflösung (in Bit) bzw. der effektive Wertebereich des DMS-Wertes von der Modulkonfiguration (Datenrate, Messbereich) abhängt:

Datenrate f_{DATA} [Hz]	Messbereich							
	±16 mV/V		±8 mV/V		±4 mV/V		±2 mV/V	
	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich
2,5	19,9	±489.000	19,1	±281.000	18,0	±131.000	17,4	±86.500
5	19,4	±346.000	18,2	±151.000	17,5	±92.700	16,4	±43.200
10	18,5	±185.000	17,8	±114.000	16,8	±57.100	15,9	±30.600
15	18,2	±151.000	17,3	±80.700	16,4	±43.200	15,4	±21.600
25	17,8	±114.000	16,9	±61.100	16,0	±32.800	14,9	±15.300
30	17,8	±114.000	16,8	±57.100	15,9	±30.600	14,8	±14.300
50	17,4	±86.500	16,3	±40.300	15,4	±21.600	14,4	±10.800
60	17,4	±86.500	16,2	±37.600	15,3	±20.200	14,1	±8.780
100	16,9	±61.100	15,9	±30.600	14,8	±14.300	13,8	±7.130
500	15,5	±23.200	14,5	±11.600	13,5	±5.790	12,5	±2.900
1000	15,0	±16.400	14,1	±8.780	13,1	±4.390	11,9	±1.910
2000	14,5	±11.600	13,4	±5.400	12,6	±3.100	11,4	±1.350
3750	14,1	±8.780	13,1	±4.390	12,1	±2.190	11,1	±1.100
7500	13,8	±7.130	12,7	±3.330	11,8	±1.780	10,6	±776

Tabelle 3: Effektive Auflösung des DMS-Wertes in Bits für den Messbereich 2 bis 16 mV/V

Datenrate f_{DATA} [Hz]	Messbereich							
	±256 mV/V		±128 mV/V		±64 mV/V		±32 mV/V	
	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich
2,5	22,0	±2.100.000	22,0	±2.100.000	21,2	±1.200.000	20,5	±741.000
5	21,7	±1.700.000	21,4	±1.380.000	20,8	±913.000	20,3	±645.000
10	20,8	±913.000	20,8	±913.000	20,2	±602.000	19,4	±346.000
15	20,7	±852.000	20,5	±741.000	19,9	±489.000	19,3	±323.000
25	20,1	±562.000	19,9	±489.000	19,7	±426.000	18,9	±245.000
30	19,9	±489.000	19,9	±489.000	19,4	±346.000	18,8	±228.000
50	19,8	±456.000	19,2	±301.000	19,2	±301.000	18,2	±151.000
60	19,5	±371.000	19,2	±301.000	19,0	±262.000	18,2	±151.000
100	19,0	±262.000	18,8	±228.000	18,5	±185.000	17,6	±99.300
500	17,8	±114.000	17,5	±92.700	17,1	±70.200	16,4	±43.200
1000	17,2	±75.300	17,1	±70.200	16,7	±53.200	15,8	±28.500
2000	16,7	±53.200	16,5	±46.300	16,1	±35.100	15,2	±18.800
3750	16,2	±37.600	16,1	±35.100	15,8	±28.500	14,9	±15.300
7500	15,9	±30.600	15,8	±28.500	15,3	±20.200	14,6	±12.400

Tabelle 4: Effektive Auflösung des DMS-Wertes in Bits für den Messbereich 32 bis 256 mV/V

1.15.7 Register für "Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung"

Information:

Das "Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung" ist nur auf Kanal 1 anwendbar.

1.15.7.1 Analogsignal - Konfiguration

1.15.7.1.1 A/D-Wandlerkonfiguration

Name:

ConfigGain01_MultiSample

In diesem Register kann der Messbereich des A/D-Wandlers konfiguriert werden.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 2	Standardmessbereich (Bit 2 = 0)	000	16 mV/V
		001	8 mV/V
		010	4 mV/V
	Erweiterter Messbereich (Bit 2 = 1)	011	2 mV/V
		100	256 mV/V
		101	128 mV/V
		110	64 mV/V
		111	32 mV/V
		0	(Muss 0 sein)
3 - 7	Reserviert		

1.15.7.1.2 A/D-Wandler-Zykluszeit

Name:

ConfigCycletime01_MultiSample

In diesem Register kann die A/D-Wandler-Zykluszeit konfiguriert werden.

Damit die Mehrfachabtastung funktioniert muss die X2X Zykluszeit durch die A/D-Wandler-Zykluszeit ganzzahlig teilbar sein.

Datentyp	Wert	Information
USINT	0	50 µs (default)
	1	100 µs
	2 bis 255	Reserviert

1.15.7.2 Analogsignal - Kommunikation

1.15.7.2.1 DMS-Wert - Mehrfach

Name:

AnalogInput01 bis AnalogInput10

Dieses Register enthält den vom A/D-Wandler ermittelten Rohwert der DMS-Vollbrücke mit 16 Bit Auflösung. Das Modul liefert je nach Konfiguration zwischen 3 und 10 Messwerte pro X2X Zyklus.

Effektive Auflösung

Die effektive Auflösung des A/D-Wandlers ist prinzipbedingt abhängig von der Datenrate und dem Messbereich (siehe "Effektive Auflösung des A/D-Wandlers" auf Seite 8).

Die folgende Tabelle zeigt, wie die effektive Auflösung (in Bit) bzw. der effektive Wertebereich des DMS-Wertes von der Modulkonfiguration (Datenrate, Messbereich) abhängt:

Messbereich							
±16 mV/V		±8 mV/V		±4 mV/V		±2 mV/V	
Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich
13,4	±5.240	12,3	±2.510	11,3	±1.300	10,3	±630

Tabelle 5: Effektive Auflösung des DMS-Wertes in Bits für den Messbereich 2 bis 16 mV/V

Messbereich							
±256 mV/V		±128 mV/V		±64 mV/V		±32 mV/V	
Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich
15,5	±23.200	15,0	±16.400	15,0	±16.400	14,1	±8.490

Tabelle 6: Effektive Auflösung des DMS-Wertes in Bits für den Messbereich 32 bis 256 mV/V

1.15.7.2.2 Modulstatus

Name:

StatusInput01

In diesem Register wird der aktuelle Status des Moduls abgebildet.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0	AD Wandlerwerte	0	A/D-Wandlerwert gültig
		1	A/D-Wandlerwert ungültig
1	Leitungsüberwachung	0	Ok
		1	Drahtbruch Bei zumindest einer Messung in diesem X2X Zyklus wurde ein Drahtbruch festgestellt. Wenn nach Behebung des Fehlers wieder alle Messungen in Ordnung sind, wird dieses Bit zurückgesetzt, das heißt, es muss nicht quittiert werden.
2	Synchronmodus	0	A/D-Wandler läuft synchron zum X2X Link
		1	A/D-Wandler läuft nicht synchron zum X2X Link
3	Reserviert	-	
4	Kanal 2 ist deaktiviert	1	Im Modus Mehrfachabtastung ist Kanal 2 deaktiviert. Bit 4 ist konstant auf 1 gesetzt.
5 - 7	Reserviert	-	

1.15.7.2.3 Anzahl der Messwerte

Bei einer zu kleinen X2X Zykluszeit können nicht alle 10 Messungen durchgeführt werden. Zur Reduzierung der Last am X2X Link ist es sinnvoll, nur so viele Werte zu übertragen, wie auch Messungen möglich sind. Deshalb kann die Anzahl der zu übertragenden Messwerte eingestellt werden (siehe "Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung" auf Seite 19).

Beispiel: A/D-Wandler-Zykluszeit 50 μ s

X2X Zykluszeit	Anzahl der zu übertragenden Messwerte
250 μ s	5
300 μ s	6
350 μ s	7
400 μ s	8
450 μ s	9
≥ 500 μ s	10

Beispiel: A/D-Wandler-Zykluszeit 100 μ s

X2X Zykluszeit	Anzahl der zu übertragenden Messwerte
300 μ s	3
400 μ s	4
500 μ s	5
600 μ s	6
700 μ s	7
800 μ s	8
900 μ s	9
≥ 1 ms	10

1.15.8 Register für "Funktionsmodell 2 - Erweiterter Filter"

1.15.8.1 Analogsignal - Konfiguration

1.15.8.1.1 A/D-Wandler- und IIR-Filterkonfiguration

Name:

ConfigCommonOutput01 bis ConfigCommonOutput02

In diesem Register können der IIR-Tiefpassfilter und der Messbereich des A/D-Wandler konfiguriert werden.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
			Filterstufe
0 - 3	IIR-Tiefpassfilter	0000	0: IIR-Tiefpassfilter ausgeschaltet
		0001	1
		0010	2
		0011	3
		0100	4
		0101	5
		0110	6
		0111	7
		1000	8
4 - 6	Standardmessbereich	000	16 mV/V
		001	8 mV/V
		010	4 mV/V
		011	2 mV/V
	Erweiterter Messbereich	100	256 mV/V
		101	128 mV/V
		110	64 mV/V
		111	32 mV/V
7	Reserviert	0	(Muss 0 sein)

1.15.8.1.2 Konfiguration der Datenrate

Name:

ConfigFilterOutput01 bis ConfigFilterOutput02

In diesem Register wird eingestellt, ob für den FIR-Filter eine selektierbare Datenrate oder eine hochauflösende Datenrate verwendet wird.

Datentyp	Werte	Information
UINT	0	Modus "Selektierbare Datenrate": Für den FIR-Filter wird eine selektierbare Datenrate verwendet (default). Die Konfiguration erfolgt im Register "ConfigDatarateOutput0x" auf Seite 30.
	1	Modus "Hochauflösende Datenrate": Für den FIR-Filter wird eine hochauflösende Datenrate verwendet. Die Konfiguration erfolgt im Register "ConfigHighResolutionOutput0x" auf Seite 30.

Name:

ConfigDatarateOutput01 bis ConfigDatarateOutput02

In diesem Register kann die Datenrate des FIR-Filters im Modus "Selektierbare Datenrate" konfiguriert werden.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 3	Datenrate f_{DATA} (Abtastungen je Sekunde):	0000	2,5
		0001	5
		0010	10
		0011	15
		0100	25
		0101	30
		0110	50
		0111	60
		1000	100
		1001	500
		1010	1000
		1011	2000
		1100	3750
1101	7500		
1110 - 1111		Der analoge Eingangswert zeigt einen ungültigen Bereich an	
4 - 7	Reserviert	0	(Muss 0 sein)

Name:

ConfigHighResolutionOutput01 bis ConfigHighResolutionOutput02

In diesem Register kann die Datenrate des FIR-Filters in 0,1 Hz-Schritten konfiguriert werden (0,1 bis 6553,5 Hz).

Datentyp	Werte	Information
UINT	0	Deaktiviert den FIR-Filter
	1 bis 65.535	0,1 bis 6553,5 Hz

1.15.8.2 Analogsignal - Kommunikation

1.15.8.2.1 Modulstatus

Name:

StatusInput01 bis StatusInput02

In diesem Register wird der aktuelle Status des Moduls abgebildet. Bei fehlerhafter Modul- oder DMS-Versorgung zeigt der analoge Eingangswert einen ungültigen Bereich an und der Puffer der aktivierten Filter wird zurückgesetzt.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0	AD Wandlerwerte	0	A/D-Wandlerwert gültig
		1	A/D-Wandlerwert ungültig
1	Leitungsüberwachung	0	Ok
		1	Drahtbruch
2 - 3	Reserviert	-	
4	DMS-Versorgung	0	Ok
		1	Fehler in DMS-Versorgung
5	FIR-Filter bereit	0	Ok
		1	FIR-Filter noch nicht bereit
6	Modulversorgung	0	Ok
		1	Fehler in Modulversorgung
7	Reserviert	-	

1.15.8.2.2 A/D-Wandler-Umwandlungs-Zeitstempel

Name:

AdcConvTimeStampInput01 bis AdcConvTimeStampInput02

In diesem Register wird der Zeitstempel der letzten Analogwandlung abgelegt. Es handelt sich dabei immer um den Zeitpunkt [µs] an dem die Konvertierung des jüngsten A/D-Wandler-Rohwerts abgeschlossen wurde.

Datentyp	Werte	Bedeutung
DINT	-2.147.483.648 bis 2.147.483.647	Zeitstempel [µs] der letzten Analogwandlung

1.15.9 DATA_to_SafeDATA

Die Funktion DATA_to_SafeDATA ermittelt ein sicheres Signal aus 2 voneinander unabhängigen funktionellen Signalen. Dazu werden die funktionalen Daten von 2 I/O-Modulen an die SafeLOGIC übertragen und dort miteinander verglichen. Mit Hilfe der im SafeDESIGNER bereitgestellten Funktionen können die resultierenden Daten für Anwendungen bis PL d verwendet werden.

Der Aktivierung der Funktion DATA_to_SafeDATA und die Registeraufrufe erfolgen durch den SafeDESIGNER. Für genauere Informationen zu den Aufrufen siehe die im SafeDESIGNER enthaltene Bibliothek DATA_to_SafeDATA_SF.

1.15.9.1 Eingangswert

Name:
AnalogInput01

Dieses Register enthält den vom A/D-Wandler ermittelten Rohwert der DMS-Vollbrücke mit 24-Bit Auflösung. Für mehr Information siehe "[DMS-Wert](#)" auf Seite 25.

Das Register ist nur bei eingeschalteter DATA_to_SafeDATA-Funktion aktiv.

Datentyp	Werte
DINT	-2.147.483.648 bis 2.147.483.647

1.15.9.2 NetTime des Eingangswertes

Name:
AdcConvTimeStamp01

Dieses Register stellt die NetTime des zuletzt gültig gelesenen Eingangswertes dar. Das Register ist nur bei eingeschalteter DATA_to_SafeDATA-Funktion aktiv.

Datentyp	Werte
DINT	-2.147.483.648 bis 2.147.483.647

1.15.9.3 Anzeige der SourceRef-Adresse

Name:
DTS_SourceRef

Dieses Register zeigt zyklisch die in der Konfiguration eingestellte SourceRef-Adresse an. Das Register ist nur bei eingeschalteter DATA_to_SafeDATA-Funktion aktiv.

Datentyp	Werte
INT	-32768 bis 32767

1.15.9.4 Prüfsumme

Name:
DTS_CheckSum

Dieses Register enthält eine Prüfsumme, die aus den 3 zyklischen Datenpunkten [AnalogInput01](#), [AdcConvTimeStamp01](#) und [DTS_SourceRef](#) gebildet wird. Das Register ist nur bei eingeschalteter DATA_to_SafeDATA-Funktion aktiv.

Datentyp	Werte
INT	-32768 bis 32767

1.15.9.5 SourceRef-Adresse

Name:
CfO_DTS_SourceRef

Dieses Register enthält die azyklisch einstellbare SourceRef-Adresse, die vom Modul als zyklischer Datenpunkt wieder zurückgesendet wird. Das Register ist nur bei eingeschalteter DATA_to_SafeDATA-Funktion aktiv.

Datentyp	Werte
INT	-32768 bis 32767

1.15.10 Minimale Zykluszeit

Die minimale Zykluszeit gibt an, bis zu welcher Zeit der Buszyklus heruntergefahren werden kann, ohne dass Kommunikationsfehler auftreten. Es ist zu beachten, dass durch sehr schnelle Zyklen die Restzeit zur Behandlung der Überwachungen, Diagnosen und azyklischen Befehle verringert wird.

Minimale Zykluszeit
250 μ s

1.15.11 Minimale I/O-Updatezeit

Die minimale I/O-Updatezeit gibt an, bis zu welcher Zeit der Buszyklus heruntergefahren werden kann, so dass in jedem Zyklus ein I/O-Update erfolgt.

Die I/O-Updatezeiten für die Funktionsmodelle "0 - Standard", "2 - Erweiterter Filter" und "254 - Bus Controller" können dem Abschnitt "[Filtercharakteristik des FIR-Filters im Modus "Selektierbare Datenrate"](#)" auf Seite 15 entnommen werden.

Je nach Einstellung im Register [ConfigCycletime01_MultiSample](#) beträgt die I/O-Updatezeit im "Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung" 50 oder 100 μ s.

2 X67AI2744 mit Rev. <BB

2.1 Allgemeines

Das Modul ist mit 2 Eingängen zur Auswertung von DMS-Vollbrücken ausgestattet und arbeitet sowohl mit 4-Leiter als auch mit 6-Leiter DMS-Zellen. Das Konzept des Moduls setzt einen Abgleich im Messsystem voraus. Dieser Abgleich kompensiert bzw. eliminiert die absoluten Ungenauigkeiten im Messkreis (wie z. B. Bauteiltoleranzen, effektive Brückenspannung oder Nullpunktverschiebung). Die Messgenauigkeit bezogen auf einen absoluten (abgeglichenen) Wert verändert sich lediglich durch den negativen Einfluss einer Veränderung der Betriebstemperatur.

- 2 Vollbrücken DMS-Eingänge
- Datenausgaberate von 2,5 Hz bis 7,5 kHz einstellbar

2.2 Bestelldaten

Bestellnummer	Kurzbeschreibung	Abbildung
	Analoge Eingangsmodule	
X67AI2744	X67 Analoges Eingangsmodul, 2 DMS-Vollbrücken Eingänge, 10 V, 24 Bit Wandlerauflösung	

Tabelle 7: X67AI2744 - Bestelldaten

Erforderliches Zubehör

Für eine Gesamtübersicht siehe X67 System Anwenderhandbuch, Abschnitt "Zubehör - Gesamtübersicht".

2.3 Technische Daten

Bestellnummer	X67AI2744
Kurzbeschreibung	
I/O-Modul	2 Vollbrücken DMS-Eingänge
Allgemeines	
B&R ID-Code	0x8820
Statusanzeigen	Kanalstatus, Betriebszustand, Modulstatus
Diagnose	
Modul Run/Error	Ja, per Status-LED und SW-Status
Drahtbruch	Ja, per Status-LED und SW-Status
Eingang	Ja, per Status-LED und SW-Status
Anschlusstechnik	
X2X Link	M12 B-codiert
Eingänge	4x M12 A-codiert
I/O-Versorgung	M8 4-polig
Leistungsaufnahme	
Bus	0,75 W
I/O-intern	2,4 W
Potenzialtrennung	
Bus - Analogeingang	Ja
Bus - Brückenversorgungsspannung	Ja
Kanal - I/O-Versorgung	Nein
Zulassungen	
CE	Ja
KC	Ja
EAC	Ja
UL	cULus E115267 Industrial Control Equipment
HazLoc	cCSAus 244665 Process Control Equipment for Hazardous Locations Class I, Division 2, Groups ABCD, T5
ATEX	Zone 2, II 3G Ex nA IIA T5 Gc IP67, Ta = 0 - max. 60 °C TÜV 05 ATEX 7201X
I/O-Versorgung	
Nennspannung	24 VDC
Spannungsbereich	18 bis 30 VDC
Integrierte Schutzfunktion	Verpolungsschutz
DMS-Vollbrücke	
Brückenfaktor	2 bis 256 mV/V, per Software einstellbar
Anschluss	4- oder 6-Leitertechnik ¹⁾
Eingangsart	Differenziell, zur Auswertung einer DMS-Vollbrücke
Digitale Wandlerauflösung	24 Bit
Wandlungszeit	Je nach eingestellter Datenausgaberate
Datenausgaberate	2,5 bis 7.500 Abtastungen je Sekunde, per Software einstellbar (f _{DATA})
Eingangsfilter	
Eckfrequenz	5 kHz
Ordnung	3
Steilheit	60 dB
Filtercharakteristik ADC	Sigma-Delta, siehe Abschnitt "Filtercharakteristik des Sigma-Delta A/D-Wandlers"
Arbeitsbereich / Messgrößenaufnehmer	85 bis 5.000 Ω
Einfluss der Kabellänge	Verdrillte und geschirmte Adern, Kabellänge so kurz wie möglich halten, von Lastkreisen getrennte Kabelführung, ohne Zwischenklemme zum Sensor
Eingangsschutz	RC-Schutz
Gleichtaktbereich	0 bis 3 VDC Zulässiger Eingangsspannungsbereich (in Bezug auf das Potenzial DMS GND) an den Eingängen "Eingang +" und "Eingang -"
Isolationsspannung zwischen Eingang und Bus	500 V _{eff}
Wandlungsverfahren	Sigma Delta
Ausgabe des Digitalwertes	
Bruch der Brückenversorgungsleitung	Wert geht gegen 0
Bruch der Sensorleitung	Wert geht gegen ±Endwert (Statusbit "Drahtbruch" im Register "Modulstatus" wird gesetzt)
gültiger Wertebereich	0xFF800001 bis 0x007FFFFF (-8.388.607 bis 8.388.607)
Brückenversorgung	
Spannung	5,5 VDC / max. 65 mA
kurzschluss- und überlastfest	Ja
Spannungsabfall am Kurzschlusschutz	max. 0,2 VDC bei 65 mA

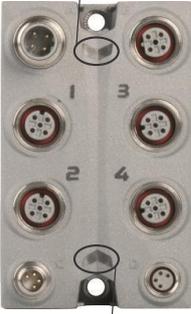
Tabelle 8: X67AI2744 - Technische Daten

Bestellnummer	X67AI2744
Quantisierung ²⁾	
LSB Wert (bezogen auf 16 Bit)	
2 mV/V	336 nV
4 mV/V	671 nV
8 mV/V	1,343 µV
16 mV/V	2,686 µV
32 mV/V	5,371 µV
64 mV/V	10,74 µV
128 mV/V	21,48 µV
256 mV/V	42,97 µV
LSB Wert (bezogen auf 24 Bit)	
2 mV/V	1,31 nV
4 mV/V	2,62 nV
8 mV/V	5,25 nV
16 mV/V	10,49 nV
32 mV/V	20,98 nV
64 mV/V	41,96 nV
128 mV/V	83,92 nV
256 mV/V	167,85 nV
Temperaturkoeffizient	30 ppm/°C
Einsatzbedingungen	
Einbaulage	
waagrecht	Ja
senkrecht	Ja
Aufstellungshöhe über NN (Meeresspiegel)	
0 bis 2000 m	Keine Einschränkung
>2000 m	Reduktion der Umgebungstemperatur um 0,5°C pro 100 m
Schutzart nach EN 60529	IP67
Umgebungsbedingungen	
Temperatur	
Betrieb	-25 bis 60°C
Derating	-
Lagerung	-40 bis 85°C
Transport	-40 bis 85°C
Mechanische Eigenschaften	
Abmessungen	
Breite	53 mm
Höhe	85 mm
Tiefe	42 mm
Gewicht	190 g
Drehmoment für Anschlüsse	
M8	max. 0,4 Nm
M12	max. 0,6 Nm

Tabelle 8: X67AI2744 - Technische Daten

- 1) Bei der 6-Leitertechnik wirkt die Leitungskompensation nicht (siehe Abschnitt "Anschlussbeispiele").
2) Quantisierung in Abhängigkeit des Brückenfaktors.

2.4 Status-LEDs

Abbildung	LED	Beschreibung	
 <p>Statusanzeige 1: links: grün; rechts: rot</p> <p>Statusanzeige 2: links: grün; rechts: rot</p>	Statusanzeige 1	Statusanzeige für X2X Link	
	Grün	Rot	Beschreibung
	Aus	Aus	Keine Versorgung über X2X Link
	Ein	Aus	X2X Link versorgt, Kommunikation in Ordnung
	Aus	Ein	X2X Link versorgt, aber keine X2X Link Kommunikation
	Ein	Ein	PREOPERATIONAL: X2X Link versorgt, Modul nicht initialisiert
	1 - 2	Statusanzeige je Eingang	
	LED	Status	Beschreibung
	Grün	Ein	Der A/D-Wandler läuft, Wert ist in Ordnung
		Aus	Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> • Drahtbruch • Sensor ist abgesteckt • Wandler ist busy
	3 - 4	Diese beiden LEDs werden nicht verwendet	
	Statusanzeige 2	Statusanzeige für Modulfunktion	
	LED	Status	Beschreibung
	Grün	Aus	Modul nicht versorgt
		Single Flash	Modus RESET
Double Flash		Modus BOOT (während Firmware-Update) ¹⁾	
Blinkend		Modus PREOPERATIONAL	
Ein		Modus RUN	
Rot	Aus	Modul nicht versorgt oder alles in Ordnung	
	Ein	Fehler- oder Resetzustand	

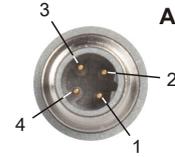
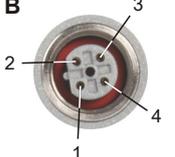
1) Je nach Konfiguration kann ein Firmware-Update bis zu mehreren Minuten benötigen.

2.5 Anschlüsselemente

	X2X Link
	Anschluss A: Eingang
	Anschluss B: Ausgang
Anschluss 1, 3: Eingang 1	
Anschluss 2, 4: Eingang 2	
I/O-Versorgung 24 VDC	
Anschluss C: Einspeisung	
Anschluss D: Weiterleitung	

2.6 X2X Link

Das Modul wird mit vorkonfektionierten Kabeln an X2X Link angeschlossen. Der Anschluss erfolgt über M12-Rundsteckverbinder.

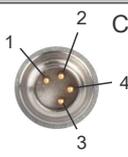
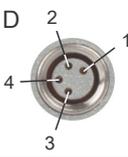
Anschluss	Anschlussbelegung	
	Pin	Bezeichnung
 <p>A</p>	1	X2X+
	2	X2X
	3	X2X _L
	4	X2X _I
 <p>B</p>	Schirm über Gewindeeinsatz im Modul.	
	A → B-codiert (male), Eingang B → B-codiert (female), Ausgang	

2.7 I/O-Versorgung 24 VDC

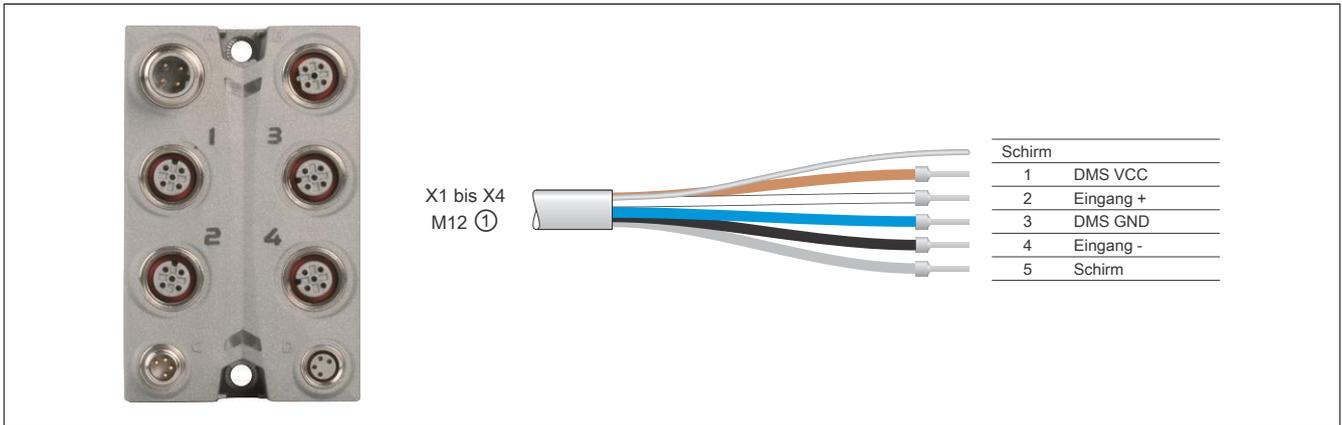
Die I/O-Versorgung wird über die M8-Anschlüsse C und D angeschlossen. Über Anschluss C (male) wird die I/O-Versorgung eingespeist. Anschluss D (female) dient zur Weiterleitung der I/O-Versorgung an andere Module.

Information:

Der maximal zulässige Strom für die I/O-Versorgung beträgt 8 A (4 A je Anschlusspin)!

Anschluss	Anschlussbelegung	
	Pin	Bezeichnung
 <p>C</p>	1	24 VDC
	2	24 VDC
	3	GND
	4	GND
 <p>D</p>	C → Anschluss (male) im Modul, Einspeisung der I/O-Versorgung	
	D → Anschluss (female) im Modul, Weiterleitung der I/O-Versorgung	

2.8 Anschlussbelegung



- ① X67CA0A41.xxxx: M12 Sensorkabel gerade
X67CA0A51.xxxx: M12 Sensorkabel gewinkelt

2.8.1 Anschluss X1 bis X4

Das Modul ist mit 2 Kanälen für den Anschluss von DMS-Zellen ausgestattet.

- X1 und X3: Kanal 1 (intern verbunden)
- X2 und X4: Kanal 2 (intern verbunden)

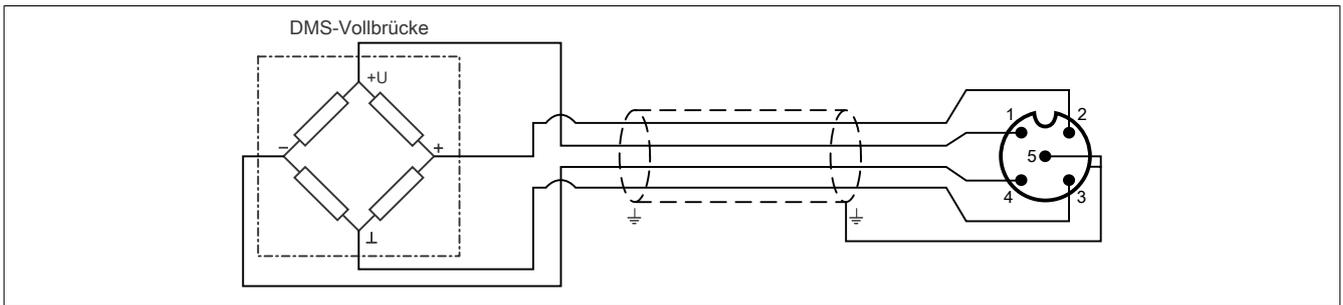
Information:

Die Anschlüsse 1 und 3 bzw. 2 und 4 sind intern miteinander verbunden. Damit können über diese Anschlüsse 2 DMS-Zellen parallel geschaltet und am jeweiligen Kanal angeschlossen werden.

M12, 5-polig	Anschlussbelegung		
Anschluss 1/2	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	DMS VCC	DMS-Brückenversorgung +
	2	Eingang +	Differenzeingang +
	3	DMS GND	DMS-Brückenversorgung GND
	4	Eingang -	Differenzeingang -
	5	Schirm ¹⁾	Schirm
Anschluss 3/4	1) Schirm auch über Gewindeeinsatz im Modul.		
	X1 bis X4 → A-codiert (female), Eingang		

2.9 Anschlussbeispiele

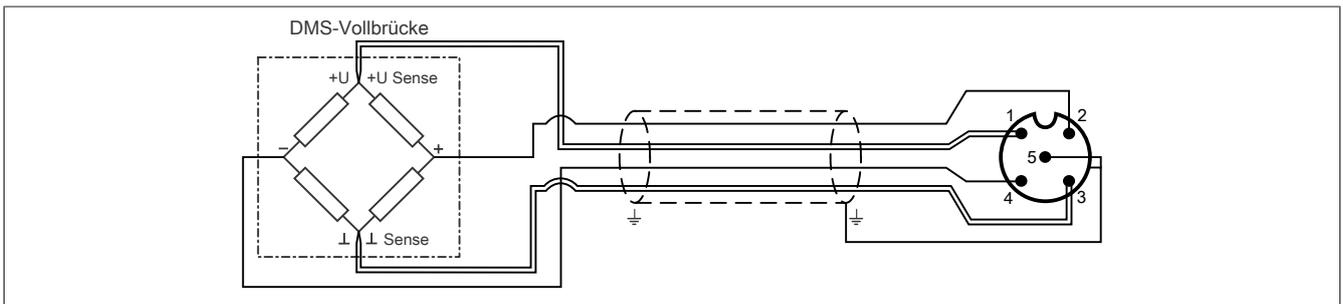
DMS-Vollbrücke mit 4-Leiter Anschluss



DMS-Vollbrücke mit 6-Leiter Anschluss

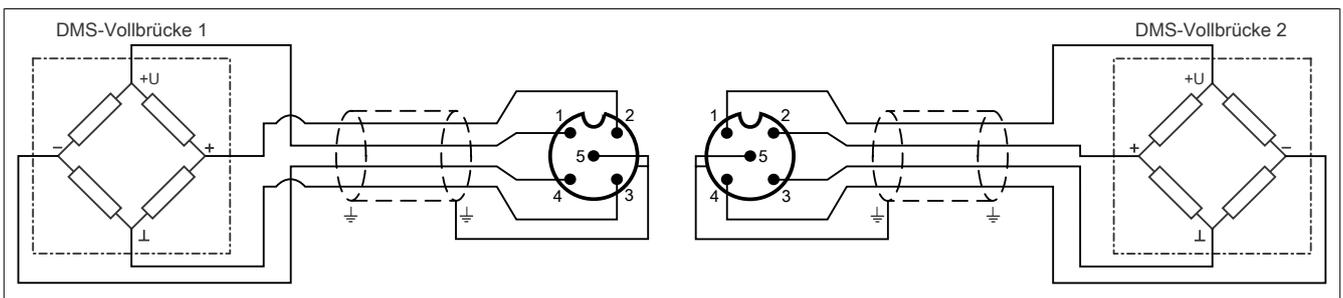
An das Modul können DMS-Vollbrücken mit 6-Leiter Anschluss angeschlossen werden. Die Leitungskompensation wird vom Modul jedoch nicht unterstützt. Die jeweilige Sense-Leitung kann bei Bedarf am DMS VCC- bzw. DMS GND-Anschluss angeschlossen werden. Dadurch verändert sich die Messgenauigkeit bei Veränderung der Betriebstemperatur. Lange Kabelleitungen und kleine Kabelquerschnitte erhöhen ebenfalls den möglichen Fehler des Messsystems.

Zur zusätzlichen Reduktion des Leitungswiderstandes empfiehlt es sich, die Sense-Leitungen mit den DMS-Brückenversorgungsleitungen parallel zu schalten. Die optimale Signalgüte erhält man bei Nutzung paarweise verdrehter und geschirmter Kabel. Ein jeweils verdrehtes Paar verwendet man zum Anschluss der DMS-Versorgung, der Sense-Leitungen und der Brückendifferenzspannung.



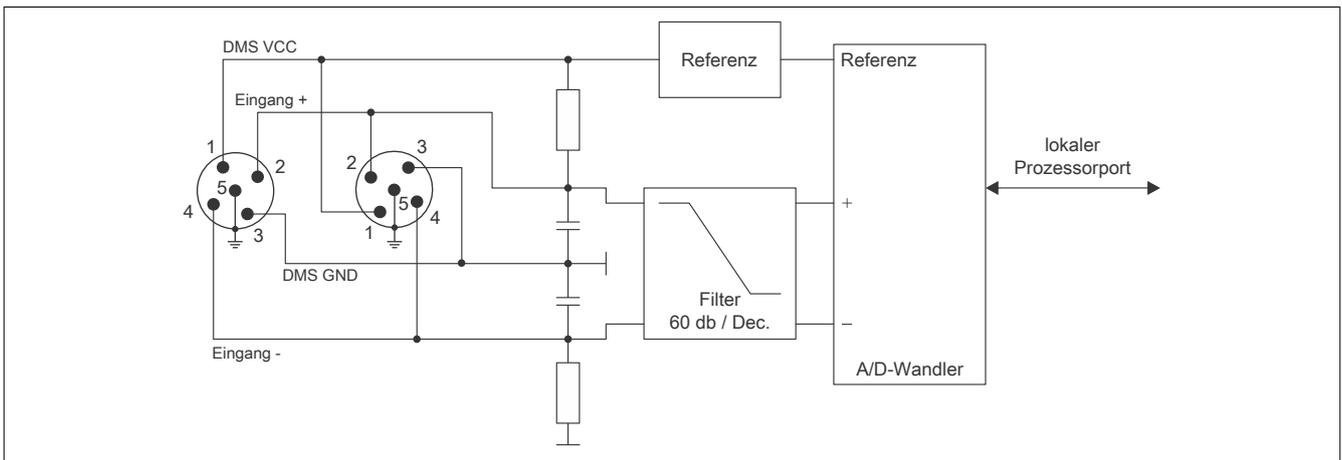
Parallelschaltung von 2 DMS-Vollbrücken (4-Leiter Anschluss)

Bei Parallelschaltung von DMS-Vollbrücken sind die Angaben des Herstellers zu beachten.



Bei Parallelschaltung von 3 oder mehreren DMS-Vollbrücken müssen 2 Anschlussdrähte in einem Stecker zusammengeführt werden.

2.10 Eingangsschema

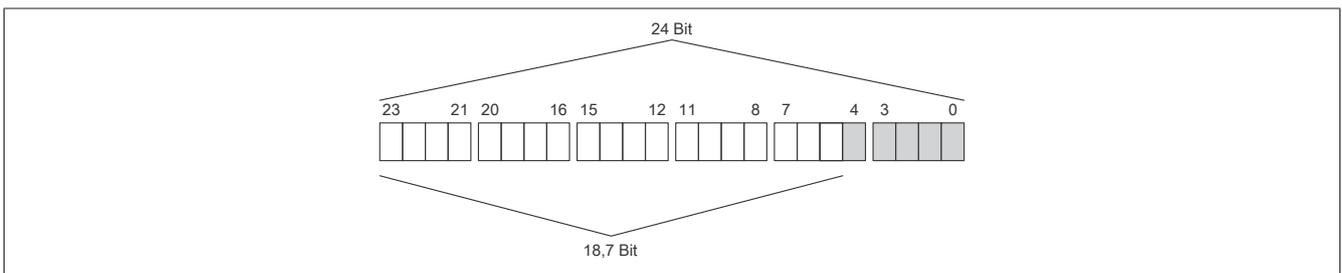


2.11 Effektive Auflösung des A/D-Wandlers

Der A/D-Wandler des Moduls stellt einen 24 Bit breiten Messwert zur Verfügung. Tatsächlich ist die erzielbare rauschfreie Auflösung aber immer kleiner als 24 Bit. Diese sogenannte effektive Auflösung hängt dabei von der Datenrate und dem Messbereich ab.

Beispiel:

Bei einer Datenrate von 2,5 Hz und einem eingestellten Messbereich von 2 mV/V ergibt sich auf Grund der Wandlungsmethode eine effektive Auflösung von 18,7 Bit:



Die niederwertigen Bits (grau dargestellt) enthalten keine gültigen Werte, sondern nur Rauschen, und dürfen deshalb nicht ausgewertet werden.

2.12 Berechnungsbeispiel / Quantisierung

In einer Wäge-Applikation soll aus dem vom Modul ermittelten Wert das entsprechende Gewicht, welches auf der angeschlossenen Wägezelle liegt, ermittelt werden.

Die Kenndaten der DMS-Wägezelle lauten wie folgt:

- Nennlast: 1000 kg
- Brückenfaktor: 4 mV/V

Aus dem Brückenfaktor der DMS-Wägezelle ergibt sich nun (mittels Multiplikation mit der Brückenversorgungs- spannung vom Modul) der Wert für den positiven Vollausschlag bei der spezifizierten Nennlast von 1000 kg:

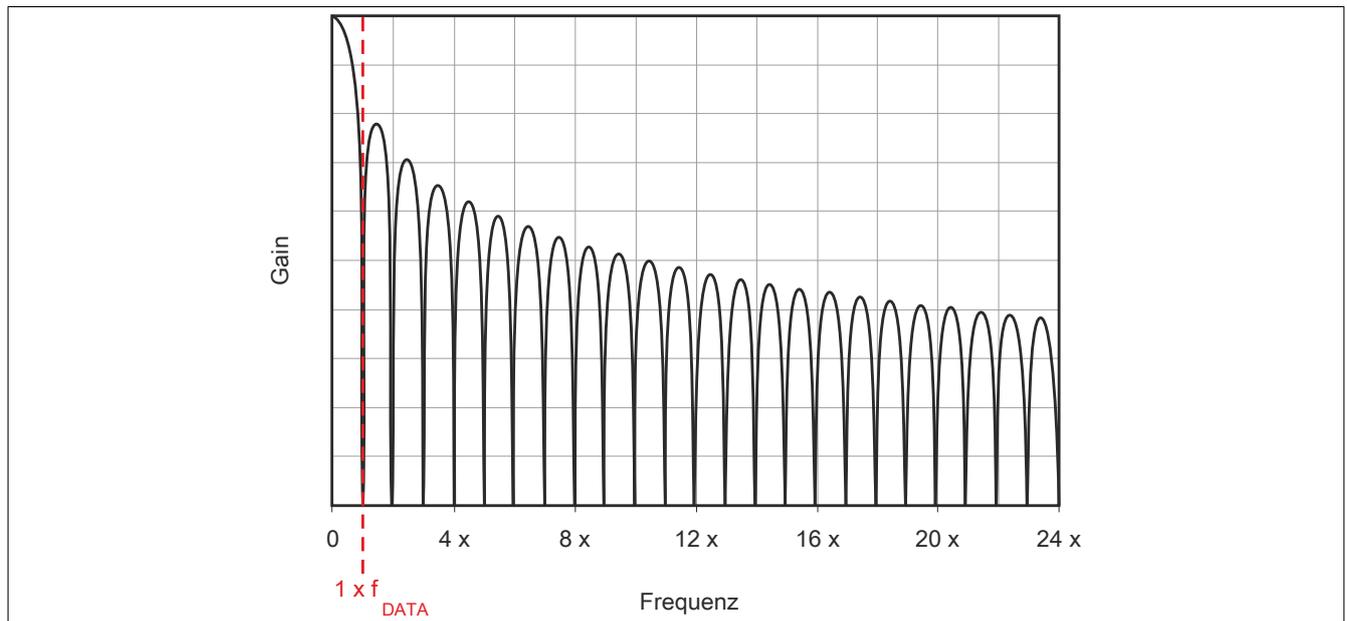
$$4 \text{ mV/V} \times 5,5 \text{ V} = 22 \text{ mV}$$

Mit einer einfachen Dreisatzrechnung kann nun (wie in der Tabelle verdeutlicht) der entsprechende Wert von Gewicht auf Wandlerwert und umgekehrt errechnet werden. Diese vereinfachte theoretische Betrachtung gilt jedoch nur für ein ideales Messsystem. Da nicht nur das Modul, sondern vor allem auch die DMS-Brücken Toleranzen (Offset, Gain) aufweisen, empfiehlt sich ein Abgleich im gesamten Messsystem. Bei der Tarierung wird zuerst der Offset der Steigungsgeraden neu berechnet, und bei der Normierung wird der Gain der Geradengleichung ermittelt. Diese Berechnungen müssen zusätzlich zu der in der Tabelle aufgezeigten Rechnung in der Applikation durchgeführt werden.

24 Bit Wert des Moduls		Quantisierung	Entsprechendes Gewicht
0x007F FFFF	8.388.607	22,0 mV	1000 kg
0x0000 0001	1	2,62 nV	0,119 g
0x0000 20C3	8387	22,0 µV	1 kg
0x0001 0000	65536	171,9 µV	7,81 kg

Die Werte für jeweils ein LSB sind auch unter den technischen Daten des Moduls beim Punkt "Quantisierung" zu finden (jeweils für 1 LSB bezogen auf 16 Bit und auf 24 Bit).

2.13 Filtercharakteristik des Sigma-Delta A/D-Wandlers



2.14 Registerbeschreibung

2.14.1 Allgemeine Datenpunkte

Neben den in der Registerbeschreibung beschriebenen Registern verfügt das Modul über zusätzliche allgemeine Datenpunkte. Diese sind nicht modulspezifisch, sondern enthalten allgemeine Informationen wie z. B. Seriennummer und Hardware-Variante.

Die allgemeinen Datenpunkte sind im X67 System Anwenderhandbuch, Abschnitt "Zusätzliche Informationen - Allgemeine Datenpunkte" beschrieben.

2.14.2 Funktionsmodell 0 - Standard

Register	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
			Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Analogsignal - Konfiguration						
16	ConfigOutput01 (A/D-Wandlerkonfiguration 1)	USINT			•	
17	ConfigOutput02 (A/D-Wandlerkonfiguration 2)	USINT			•	
18	ConfigCycletime01	UINT				•
20	ConfigCycletime02	UINT				•
Analogsignal - Kommunikation						
4	AnalogInput01	DINT	•			
8	AnalogInput02	DINT	•			
2	StatusInput01	USINT	•			

2.14.3 Funktionsmodell 254 - Bus Controller

Register	Offset ¹⁾	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
				Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Analogsignal - Konfiguration							
16	0	ConfigOutput01 (A/D-Wandlerkonfiguration 1)	USINT			•	
17	2	ConfigOutput02 (A/D-Wandlerkonfiguration 2)	USINT			•	
18	-	ConfigCycletime01	UINT				•
20	-	ConfigCycletime02	UINT				•
Analogsignal - Kommunikation							
4	0	AnalogInput01	DINT	•			
8	4	AnalogInput02	DINT	•			
2	8	StatusInput01	USINT	•			

1) Der Offset gibt an, wo das Register im CAN-Objekt angeordnet ist.

2.14.3.1 Verwendung des Moduls am Bus Controller

Das Funktionsmodell 254 "Bus Controller" wird defaultmäßig nur von nicht konfigurierbaren Bus Controllern verwendet. Alle anderen Bus Controller können, abhängig vom verwendeten Feldbus, andere Register und Funktionen verwenden.

Für Detailinformationen siehe X67 Anwenderhandbuch (ab Version 3.30), Abschnitt "Zusätzliche Informationen - Verwendung von I/O-Modulen am Bus Controller".

2.14.3.2 CAN-I/O Bus Controller

Das Modul belegt an CAN-I/O 2 analoge logische Steckplätze.

2.14.4 Analogsignal - Konfiguration

2.14.4.1 A/D-Wandlerkonfiguration

Name:

ConfigOutput01 bis ConfigOutput02

In diesem Register kann die Datenrate und der Messbereich des A/D-Wandlers konfiguriert werden.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 3	Datenrate f_{DATA} (Abtastungen je Sekunde):	0000	2,5
		0001	5
		0010	10
		0011	15
		0100	25
		0101	30
		0110	50
		0111	60
		1000	100
		1001	500
		1010	1000
		1011	2000
		1100	3750
		1101	7500
1110	Synchronmodus ¹⁾		
1111	Reserviert		
4 - 6	Standardmessbereich (Bit 6 = 0)	000	16 mV/V
		001	8 mV/V
		010	4 mV/V
		011	2 mV/V
	Erweiterter Messbereich (Bit 6 = 1) ²⁾	100	256 mV/V
		101	128 mV/V
		110	64 mV/V
111	32 mV/V		
7	Reserviert	0	(Muss 0 sein)

1) A/D-Wandler wird möglichst synchron zum X2X Link bedient; erst ab Firmware Version 3

2) Ab Firmware-Version 5. Die Drahtbruchererkennung arbeitet im Standardmessbereich (2 bis 16 mV/V) in allen einstellbaren Datenraten zuverlässig. Im erweiterten Messbereich (32 bis 256 mV/V) funktioniert die Drahtbruchererkennung (aufgrund der variablen Eingangsimpedanz des Verstärkers abhängig von der eingestellten Datenrate) nicht zuverlässig.

2.14.4.1.1 Synchronmodus

Ab der Firmware Version 3 kann der A/D-Wandler auf dem Modul synchron zum X2X Link bedient und ausgelesen werden. Durch Auswahl des entsprechenden Betriebsmodus im Register "ConfigOutput" auf Seite 44 wird der Synchronmodus aktiviert. Dazu muss im Register "ConfigCycletime" auf Seite 45 eine Zeit zwischen 200 und 2000 μ s eingestellt werden. Entspricht diese Zeit einem ganzzahligen Teil oder einem Vielfachen der eingestellten Zykluszeit des X2X Link, so wird der A/D-Wandler synchron zum X2X Link ausgelesen.

Information:

Die A/D-Wandler-Zykluszeit muss bei Verwenden des Synchronmodus $\geq 1/4$ der X2X Zykluszeit sein!

Das Bit 2 im Modulstatus wird gesetzt (das heißt, der A/D-Wandler läuft nicht synchron), ...

- ... wenn die eingestellte A/D-Wandler-Zykluszeit nicht zum X2X Link synchronisiert werden kann.
- ... wenn sich das Modul noch in der Einschwingphase befindet.

Jitter, Totzeit und Einschwingzeit:

Jitter		
A/D-Wandler-Zykluszeiten $< 1500 \mu$ s		Max. $\pm 1 \mu$ s
A/D-Wandler-Zykluszeiten $> 1500 \mu$ s		Max. $\pm 4 \mu$ s
Totzeit zum X2X Link		50μ s + $\frac{X2X \text{ Zykluszeit}}{128}$
Einschwingzeit		
Firmwareversion ≤ 4		Max. 150 x A/D-Wandler-Zykluszeit
Firmwareversion ≥ 5		150 x X2X Zykluszeit

Die Einschwingzeit entspricht der benötigten Zeit, bis nach dem Aktivieren des Synchronmodus bzw. nach der Umstellung der A/D-Wandler-Zykluszeit der A/D-Wandler synchron bedient werden kann.

2.14.4.2 A/D-Wandler-Zykluszeit

Name:

ConfigCycletime01 bis ConfigCycletime02

Dieses Register wird nur im "Synchronmodus" verwendet. Wird in der A/D-Wandlerkonfiguration der Synchronmodus aktiviert, so versucht das Modul den A/D-Wandler möglichst synchron zum X2X Link zu bedienen (ausgehend von der in diesem Register eingestellten A/D-Wandler-Zykluszeit). Dazu ist es selbstverständlich erforderlich, dass die Zykluszeit des X2X Link und A/D-Wandler-Zykluszeit in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen. Folgende Bedingungen sind einzuhalten:

- 1 A/D-Wandler-Zykluszeit $\geq 1/4$ X2X Zykluszeit
- 2 A/D-Wandler-Zykluszeit entspricht einem ganzzahligen Teiler oder Vielfachen der X2X Zykluszeit
- 3 A/D-Wandler-Zykluszeit muss im Bereich 200 bis 2000 μs liegen

Datentyp	Werte	Information
UINT	200 bis 2000	Bus Controller Default: 0

2.14.5 Analogsignal - Kommunikation

2.14.5.1 Modulstatus

Name:

StatusInput01

In diesem Register wird der aktuelle Status des Moduls abgebildet.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0	Kanal1: A/D-Wandlerwerte	0	A/D-Wandlerwert gültig
		1	A/D-Wandlerwert ungültig (Analogwert = 0xFF800000). Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> • Fehler in Brückenversorgung • ADC ist (noch) nicht konfiguriert
1	Kanal1: Leitungsüberwachung	0	Ok
		1	Drahtbruch
2	Kanal1: Nur gültig im Synchronmodus	0	A/D-Wandler läuft synchron zum X2X Link
		1	A/D-Wandler läuft nicht synchron zum X2X Link
3	Reserviert	-	
4	Kanal 2: A/D-Wandlerwerte	0	A/D-Wandlerwert gültig
		1	A/D-Wandlerwert ungültig (Analogwert = 0xFF800000). Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> • Fehler in Brückenversorgung • ADC ist (noch) nicht konfiguriert
5	Kanal 2: Leitungsüberwachung	0	Ok
		1	Drahtbruch
6	Kanal 2: Nur gültig im Synchronmodus	0	A/D-Wandler läuft synchron zum X2X Link
		1	A/D-Wandler läuft nicht synchron zum X2X Link
7	Reserviert	-	

- 1) Die Drahtbrucherkenennung arbeitet im Standardmessbereich (2 bis 16 mV/V) in allen einstellbaren Datenraten zuverlässig. Im erweiterten Messbereich (32 bis 256 mV/V, ab Firmware-Version 5) funktioniert die Drahtbrucherkenennung (aufgrund der variablen Eingangsimpedanz des Verstärkers abhängig von der eingestellten Datenrate) nicht zuverlässig.

2.14.5.2 DMS-Wert

Name:

AnalogInput01 bis AnalogInput02

Dieses Register enthält den vom A/D-Wandler ermittelten Rohwert der DMS-Vollbrücke mit 24-Bit Auflösung.

Datentyp	Werte	Information
DINT	0xFF800001 bis 0x007FFFFFFF	Gültiger Wertebereich
	0x007FFFFFFF	Überlauf
	0xFF800001	Unterlauf
	0xFF800000	Ungültiger Wert

Effektive Auflösung

Die effektive Auflösung des A/D-Wandlers ist prinzipbedingt abhängig von der Datenrate und dem Messbereich (siehe "Effektive Auflösung des A/D-Wandlers" auf Seite 41).

Die folgende Tabelle zeigt, wie die effektive Auflösung (in Bit) bzw. der effektive Wertebereich des DMS-Wertes von der Modulkonfiguration (Datenrate, Messbereich) abhängt:

Datenrate f_{DATA} [Hz]	Messbereich							
	± 16 mV/V		± 8 mV/V		± 4 mV/V		± 2 mV/V	
	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich
2,5	21,3	$\pm 1.290.000$	20,8	± 912.000	19,7	± 425.000	18,7	± 212.000
5	20,7	± 851.000	20,3	± 645.000	19,3	± 322.000	18,3	± 161.000
10	20,4	± 691.000	19,9	± 490.000	18,9	± 244.000	17,9	± 122.000
15	20,1	± 562.000	19,3	± 320.000	18,7	± 212.000	17,7	± 106.000
25	19,7	± 425.000	19,2	± 301.000	18,5	± 185.000	17,5	± 92.000
30	19,6	± 397.000	19,0	± 262.000	18,1	± 140.000	17,1	± 72.000
50	19,4	± 346.000	18,8	± 230.000	17,9	± 122.000	16,9	± 61.000
60	19,3	± 320.000	18,8	± 230.000	17,8	± 114.000	16,8	± 57.000
100	19,1	± 280.000	18,5	± 185.000	17,4	± 86.000	16,4	± 43.000
500	18,0	± 130.000	17,3	± 80.000	16,3	± 40.000	15,3	± 20.000
1000	17,2	± 75.000	16,5	± 46.000	15,6	± 25.000	14,6	± 12.000
2000	16,6	± 49.600	16,1	± 35.000	15,3	± 20.000	14,3	± 10.000
3750	16,2	± 37.600	15,7	± 26.600	14,7	± 13.000	13,7	± 6.600
7500	15,8	± 28.500	15,3	± 20.200	14,4	± 10.800	13,4	± 5.400

Tabelle 9: Effektive Auflösung des DMS-Wertes in Bits für den Messbereich 2 bis 16 mV/V

Datenrate f_{DATA} [Hz]	Messbereich							
	± 256 mV/V		± 128 mV/V		± 64 mV/V		± 32 mV/V	
	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich	Bits	Wertebereich
2,5	23	$\pm 4.194.000$	22,6	$\pm 3.179.000$	22,1	$\pm 2.248.000$	21,7	$\pm 1.703.000$
5	22,3	$\pm 2.582.000$	22,4	$\pm 2.767.000$	21,9	$\pm 1.957.000$	21,3	$\pm 1.291.000$
10	22,3	$\pm 2.582.000$	22	$\pm 2.097.000$	21,6	$\pm 1.589.000$	21	$\pm 1.049.000$
15	22	$\pm 2.097.000$	21,7	$\pm 1.703.000$	21,3	$\pm 1.291.000$	20,7	± 852.000
25	21,7	$\pm 1.703.000$	21,4	$\pm 1.384.000$	21,1	$\pm 1.124.000$	20,5	± 741.000
30	21,8	$\pm 1.826.000$	21,3	$\pm 1.291.000$	20,8	± 913.000	20,4	± 692.000
50	21,3	$\pm 1.291.000$	21,1	$\pm 1.124.000$	20,4	± 692.000	19,9	± 489.000
60	21,3	$\pm 1.291.000$	20,9	± 978.000	20,5	± 741.000	19,8	± 456.000
100	20,9	± 978.000	20,7	± 852.000	20,2	± 602.000	19,6	± 397.000
500	20,1	± 562.000	19,6	± 397.000	19,1	± 281.000	18,6	± 199.000
1000	19	± 262.000	18,6	± 199.000	18,1	± 140.000	17,5	± 93.000
2000	18,5	± 185.000	18,1	± 140.000	17,8	± 114.000	17	± 66.000
3750	18,1	± 140.000	17,8	± 114.000	17,3	± 81.000	16,6	± 50.000
7500	17,7	± 106.000	17,3	± 81.000	16,9	± 61.000	16,2	± 38.000

Tabelle 10: Effektive Auflösung des DMS-Wertes in Bits für den Messbereich 32 bis 256 mV/V

2.14.6 Minimale Zykluszeit

Die minimale Zykluszeit gibt an, bis zu welcher Zeit der Buszyklus heruntergefahren werden kann, ohne dass Kommunikationsfehler auftreten. Es ist zu beachten, dass durch sehr schnelle Zyklen die Restzeit zur Behandlung der Überwachungen, Diagnosen und azyklischen Befehle verringert wird.

Minimale Zykluszeit
250 μ s

2.14.7 Minimale IO-Updatezeit

Die minimale I/O-Updatezeit gibt an, bis zu welcher Zeit der Buszyklus heruntergefahren werden kann, so dass in jedem Zyklus ein I/O-Update erfolgt.

Minimale I/O-Updatezeit
Je nach Datenrate 133 bis 400 μ s