

X20(c)AI1744-3

1 Auswahl der Beschreibung

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

Modul	Revision	Seite
X20AI1744-3	≥G0	2
X20cAI1744-3	Alle	
X20AI1744-3	<G0	31

2 X20(c)AI1744-3 mit Rev. \geq G0

2.1 Allgemeines

Das Modul 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.

- 1 Vollbrücken DMS-Eingang
- Datenausgaberate von 0,1 Hz bis 7,5 kHz einstellbar
- Sonderbetriebsarten (Synchronmodus und Mehrfachabtastung)
- Filterstufe einstellbar

2.2 Coated Module

Coated Module sind X20 Module mit einer Schutzbeschichtung der Elektronikbaugruppe. Die Beschichtung schützt X20c Module vor Betauung und Schadgasen.

Die Elektronik der Module ist vollständig funktionskompatibel zu den entsprechenden X20 Modulen.

In diesem Datenblatt werden zur Vereinfachung nur Bilder und Modulbezeichnungen der unbeschichteten Module verwendet.

Die Beschichtung wurde nach folgenden Normen qualifiziert:

- Betauung: BMW GS 95011-4, 2x 1 Zyklus
- Schadgas: EN 60068-2-60, Methode 4, Exposition 21 Tage



2.3 Bestelldaten

Bestellnummer	Kurzbeschreibung	Abbildung
	Analoge Eingänge	
X20AI1744-3	X20 Analoges Eingangsmodul, 1 DMS-Vollbrücken-Eingang, 24 Bit Wandlerauflösung, 5 Hz Eingangsfiler	
X20cAI1744-3	X20 Analoges Eingangsmodul beschichtet, 1 DMS Vollbrücken Eingang, 24 Bit Wandlerauflösung, 5 Hz Eingangsfiler	
	Erforderliches Zubehör	
	Busmodule	
X20BM11	X20 Busmodul, 24 VDC codiert, interne I/O-Versorgung durchverbunden	
X20BM15	X20 Busmodul, mit Knotennummernschalter, 24 VDC codiert, interne I/O-Versorgung durchverbunden	
X20cBM11	X20 Busmodul, beschichtet, 24 VDC codiert, interne I/O-Versorgung durchverbunden	
	Feldklemmen	
X20TB12	X20 Feldklemme, 12-polig, 24 VDC codiert	

Tabelle 1: X20AI1744-3, X20cAI1744-3 - Bestelldaten

2.4 Technische Daten

Bestellnummer	X20AI1744-3	X20cAI1744-3
Kurzbeschreibung	1 Vollbrücken DMS-Eingang	
Allgemeines		
B&R ID-Code	0xA4EF	0xEB00
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	
Leistungsaufnahme		
Bus	0,01 W	
I/O-intern	0,5 W	
Zusätzliche Verlustleistung durch Aktoren (ohmsch) [W]	max. +0,36 ¹⁾	
Potenzialtrennung		
Bus - Analogeingang	Ja	
Bus - Brückenversorgungsspannung	Ja	
Kanal - I/O-Versorgung	Nein	
Zertifizierungen		
CE	Ja	
KC	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 nC IIA T5 Gc IP20, Ta = 0 - max. 60 °C FTZÜ 09 ATEX 0083X	
GOST-R	Ja	
DMS-Vollbrücke		
Brückenfaktor	2 bis 256 mV/V, per Software einstellbar	
Anschluss	4- oder 6-Leitertechnik ²⁾	
Eingangsart	Differenziell, zur Auswertung einer DMS-Vollbrücke	
Digitale Wandlerauflösung	24 Bit	
Wandlungszeit	Je nach eingestellter Datenausgaberate	
Datenausgaberate	0,1 - 7500 Abtastungen je Sekunde, per Software einstellbar (f _{DATA})	
Eingangsfiler		
Eckfrequenz	5 Hz	
Ordnung	3	
Steilheit	60 dB	
Filtercharakteristik ADC	Sigma-Delta, siehe Abschnitt "Filtercharakteristik des Sigma-Delta A/D-Wandlers"	
Arbeitsbereich / Messgrößenaufnehmer	85 bis 5000 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 <i>Modulstatus</i> wird gesetzt)	
gültiger Wertebereich	0xFF800001 bis 0x007FFFFFF (-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 2: X20AI1744-3, X20cAI1744-3 - Technische Daten

Bestellnummer	X20AI1744-3	X20cAI1744-3
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⁾
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		IP20
Umgebungsbedingungen		
Temperatur		
Betrieb		
waagrechte Einbaulage		-25 bis 60°C
senkrechte Einbaulage		-25 bis 50°C
Derating		Siehe Abschnitt "Hardwarekonfiguration"
Lagerung		-40 bis 85°C
Transport		-40 bis 85°C
Luftfeuchtigkeit		
Betrieb	5 bis 95%, nicht kondensierend	Bis 100%, kondensierend
Lagerung	5 bis 95%, nicht kondensierend	
Transport	5 bis 95%, nicht kondensierend	
Mechanische Eigenschaften		
Anmerkung	Feldklemme 1x X20TB12 gesondert bestellen Busmodul 1x X20BM11 gesondert bestellen	Feldklemme 1x X20TB12 gesondert bestellen Busmodul 1x X20cBM11 gesondert bestellen
Rastermaß	12,5 ^{+0.2} mm	

Tabelle 2: X20AI1744-3, X20cAI1744-3 - Technische Daten

- 1) Abhängig von der verwendeten DMS-Vollbrücke.
- 2) Bei der 6-Leitertechnik wirkt die Leitungskompensation nicht (siehe Abschnitt "Anschlussbeispiele").
- 3) Quantisierung in Abhängigkeit des Brückenfaktors.
- 4) Bezogen auf den aktuellen Messwert.
- 5) Bezogen auf den gesamten Messbereich.

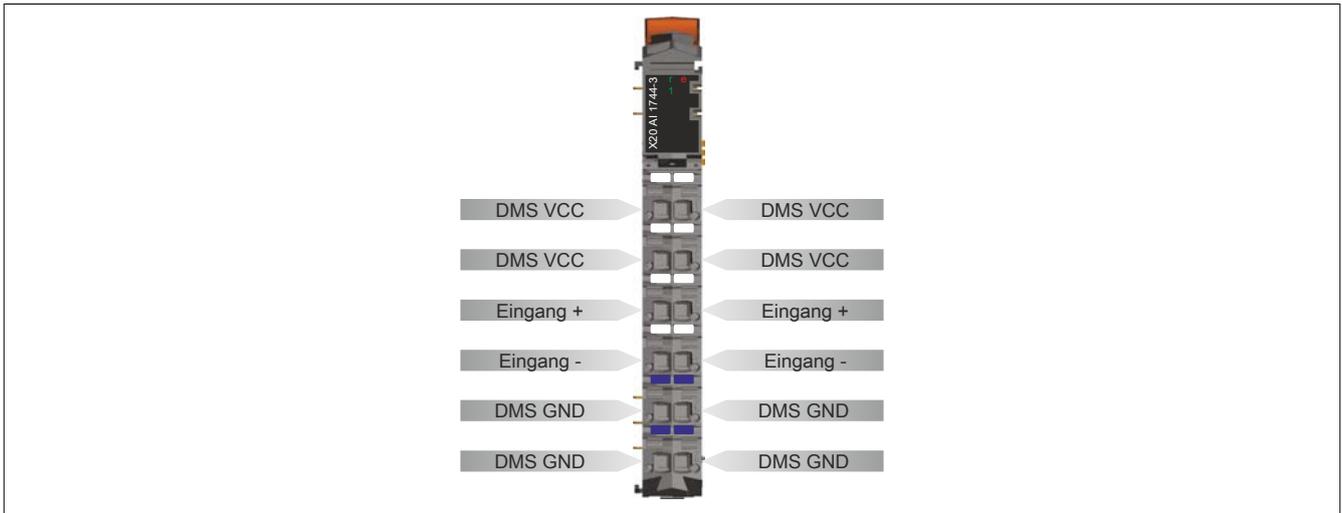
2.5 Status-LEDs

Für die Beschreibung der verschiedenen Betriebsmodi siehe X20 System Anwenderhandbuch, Abschnitt "Zusätzliche Informationen - Diagnose-LEDs".

Abbildung	LED	Farbe	Status	Beschreibung
	r	Grün	Aus	Modul nicht versorgt
			Single Flash	Modus RESET
			Double Flash	Modus BOOT (während Firmware-Update) ¹⁾
			Blinkend	Modus PREOPERATIONAL
			Ein	Modus RUN
	e	Rot	Aus	Modul nicht versorgt oder alles in Ordnung
			Ein	Fehler- oder Resetzustand
	1	Grün	Aus	Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> • Drahtbruch • Sensor ist abgesteckt • Wandler ist beschäftigt
			Ein	Der Analog-/Digitalwandler läuft, Wert ist in Ordnung

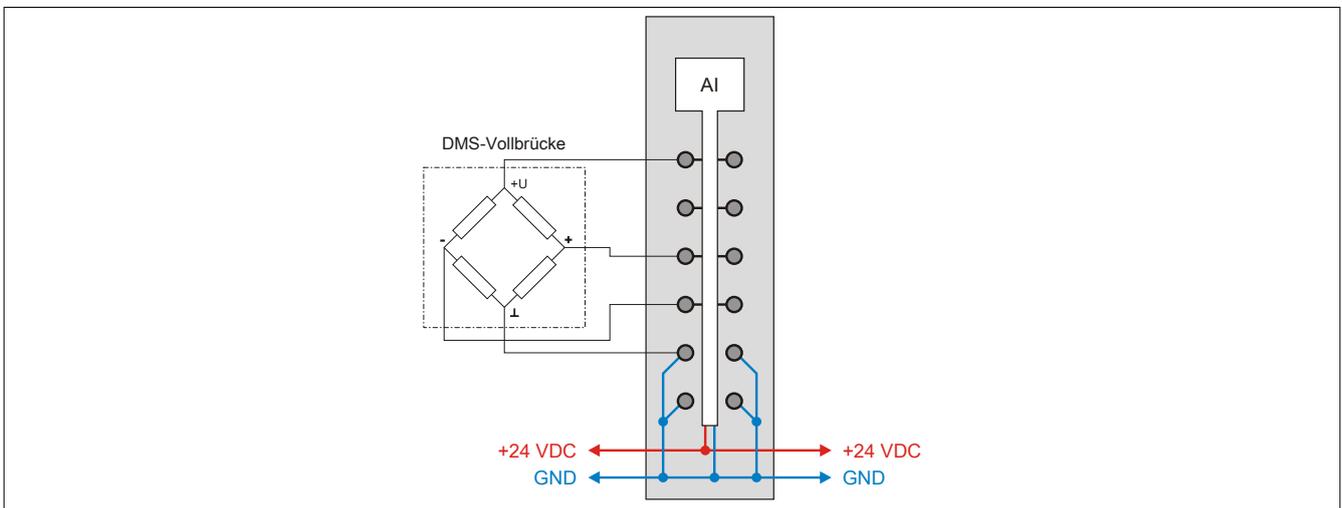
- 1) Je nach Konfiguration kann ein Firmware-Update bis zu mehreren Minuten benötigen.

2.6 Anschlussbelegung



2.7 Anschlussbeispiele

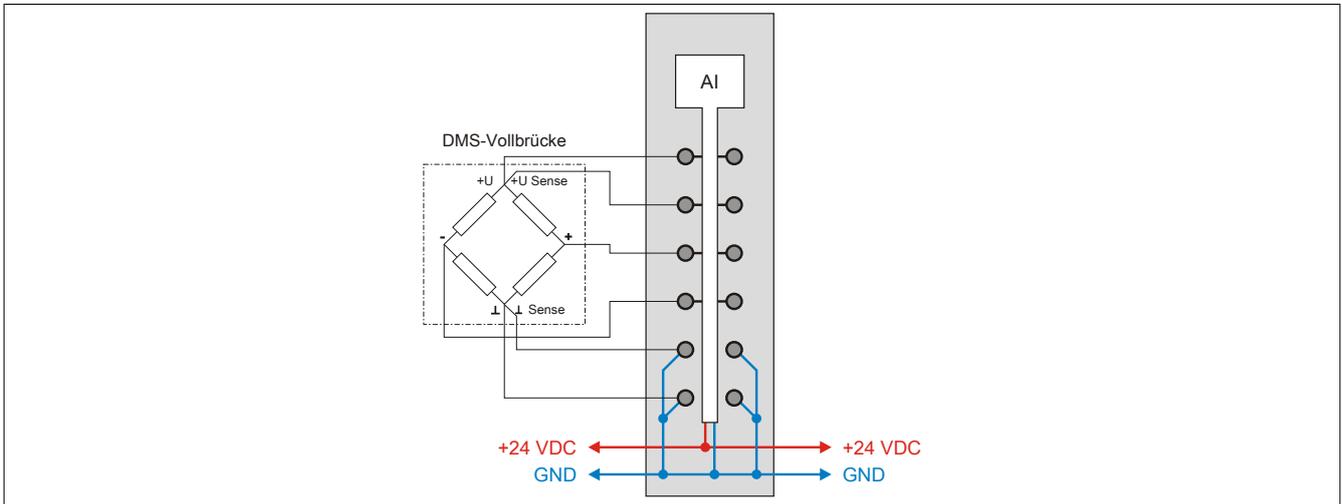
DMS-Vollbrücke mit 4-Leiter Anschluss



DMS-Vollbrücke mit 6-Leiter Anschluss

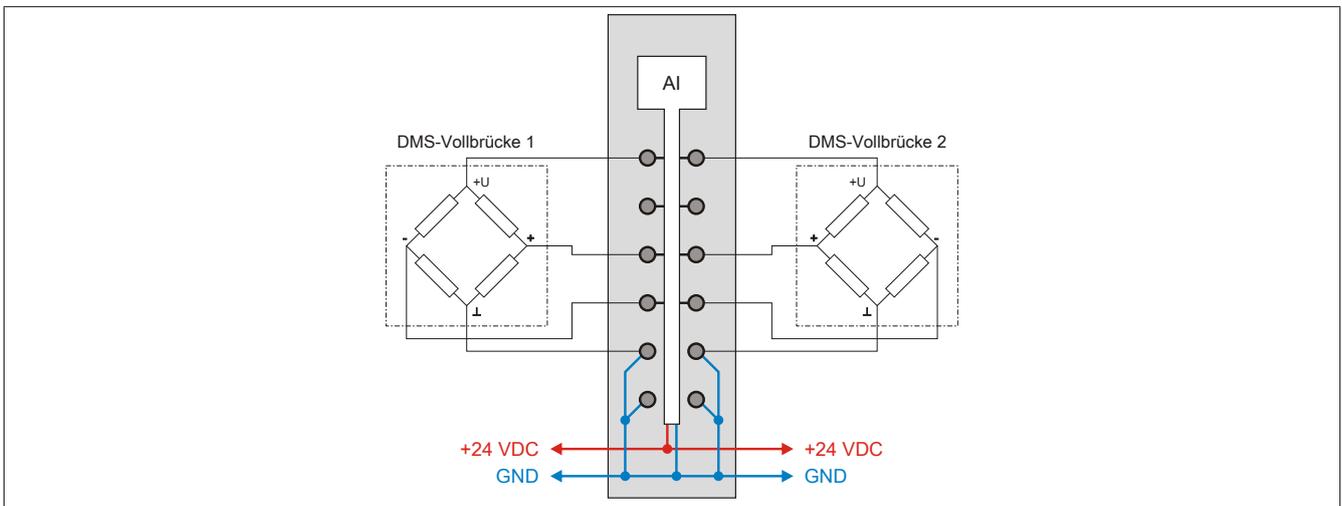
An das Modul können DMS-Vollbrücken mit 6-Leiter Anschluss angeschlossen werden. Die Leitungskompensation wird vom Modul jedoch nicht unterstützt. Die Sense-Leitungen werden durch die intern verbundenen DMS VCC- und DMS GND-Anschlüsse kurzgeschlossen (siehe "Eingangsschema" auf Seite 7). Dadurch verändert 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.



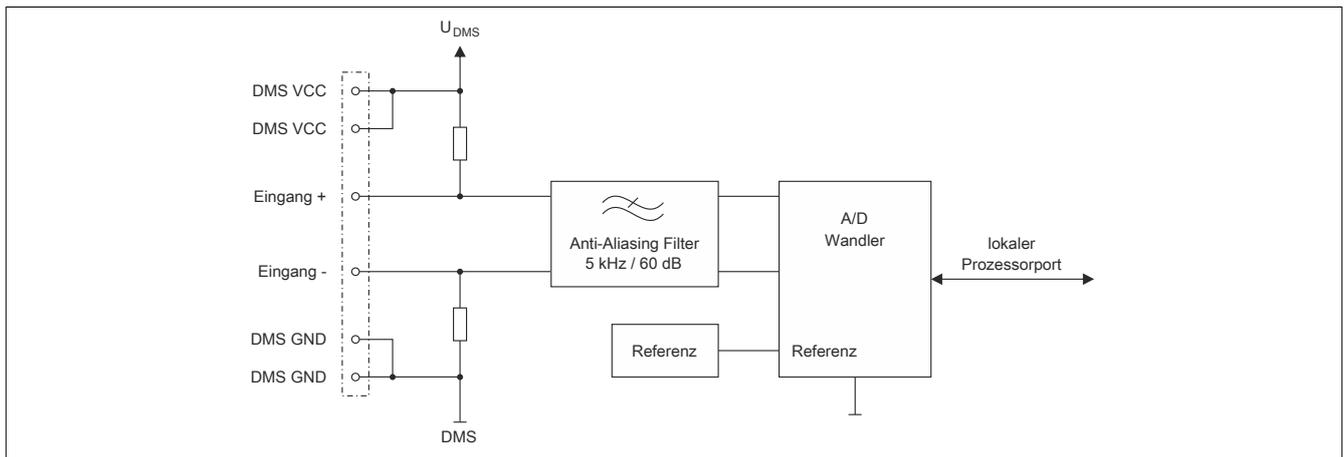
Parallelschaltung von 2 DMS-Vollbrücken (4-Leiter Anschluss)

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



Bei Parallelschaltung von 3 oder mehreren DMS-Vollbrücken müssen 2 Anschlussdrähte in einen X20TB Feldklemmen-Anschluss zusammengeführt und -geklemmt werden.

2.8 Eingangsschema

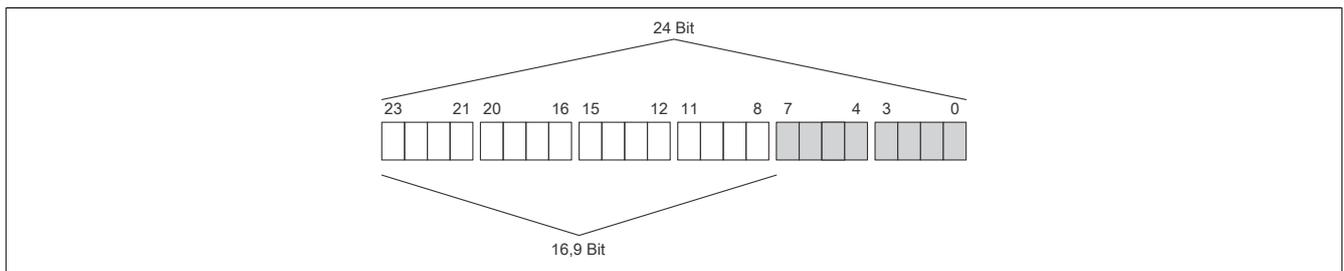


2.9 Effektive Auflösung des A/D-Wandlers

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 16,9 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.

2.10 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:

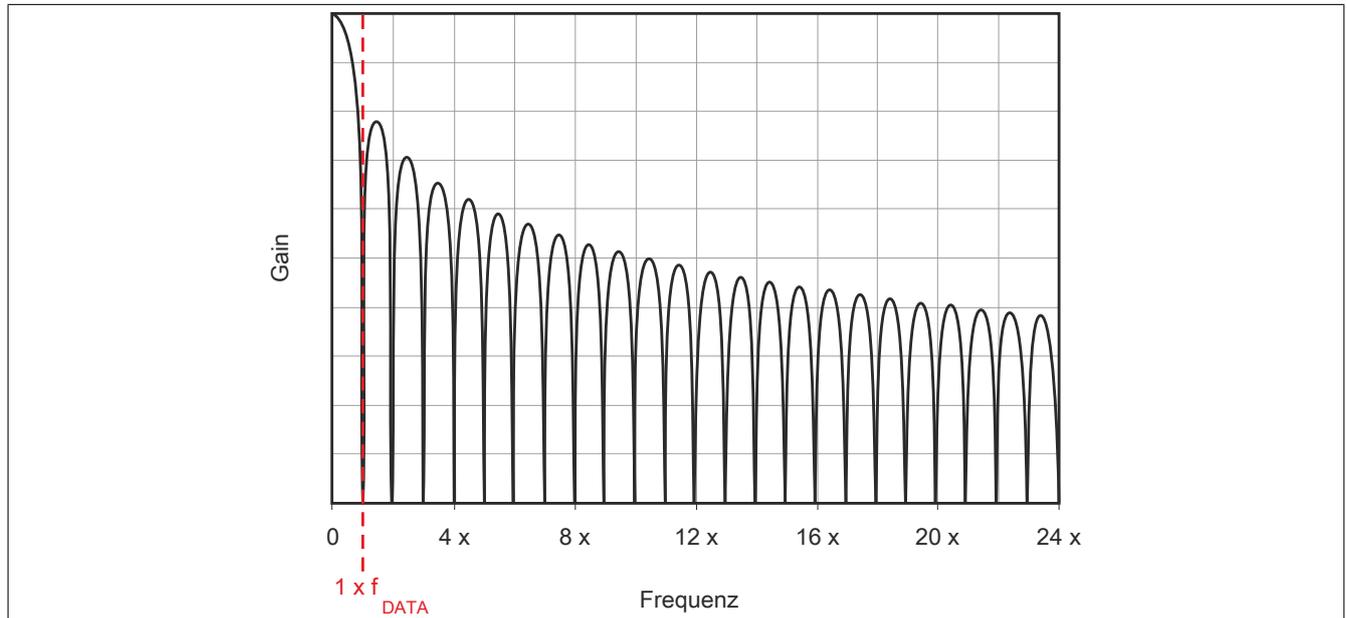
$$4 \text{ mV/V} \times 5,5 \text{ V} = 22 \text{ mV}$$

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).

2.11 Filtercharakteristik des Sigma-Delta A/D-Wandlers

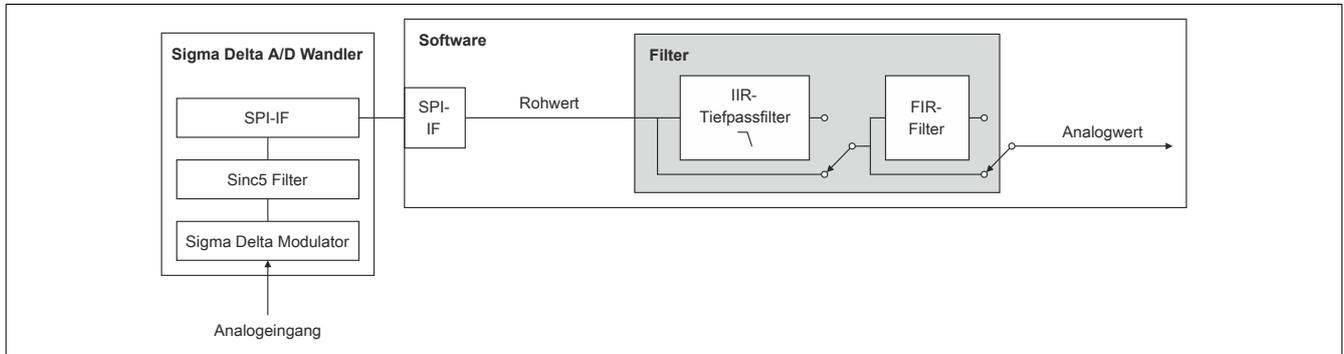


2.12 Softwarefilter

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



2.12.1 IIR-Tiefpassfilter

2.12.1.1 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 "ConfigCommonOutput01" auf Seite 27 eingestellt. Bei deaktiviertem IIR-Tiefpassfilter ist "Filterstufe" = 0.

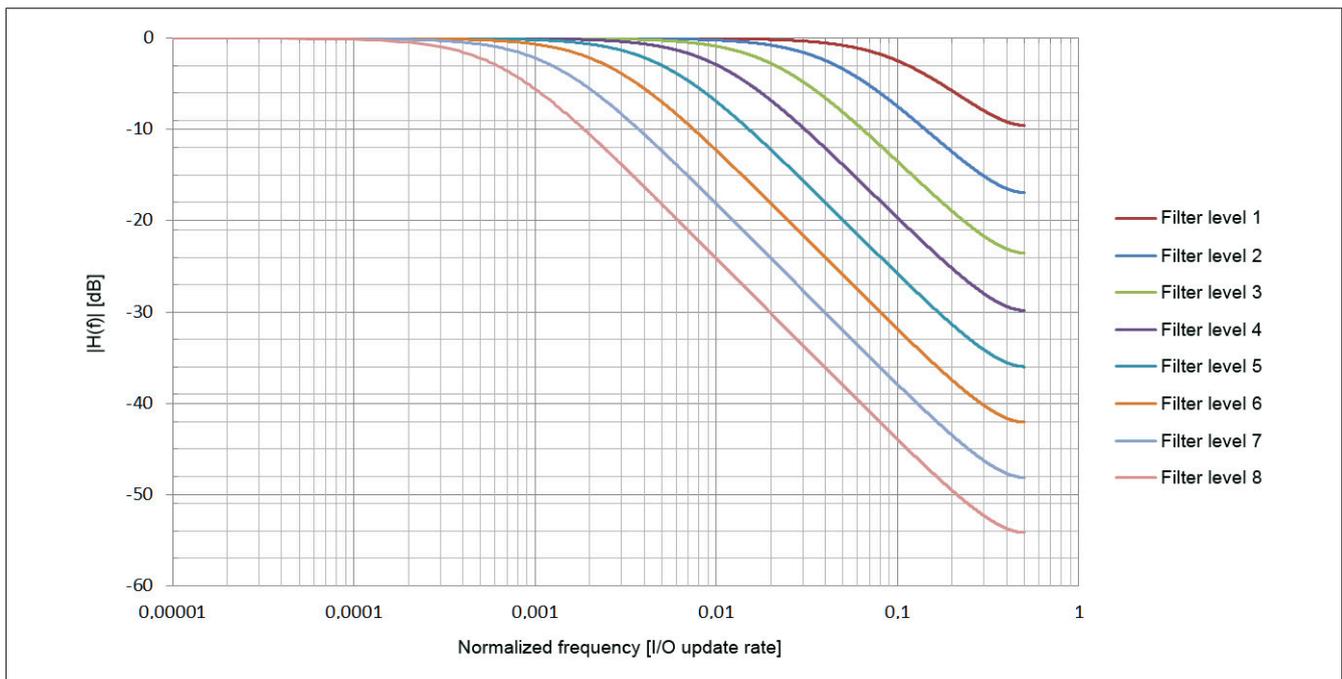
2.12.1.2 Filtercharakteristik des IIR-Tiefpassfilters 1. Ordnung

Grenzfrequenz f_c

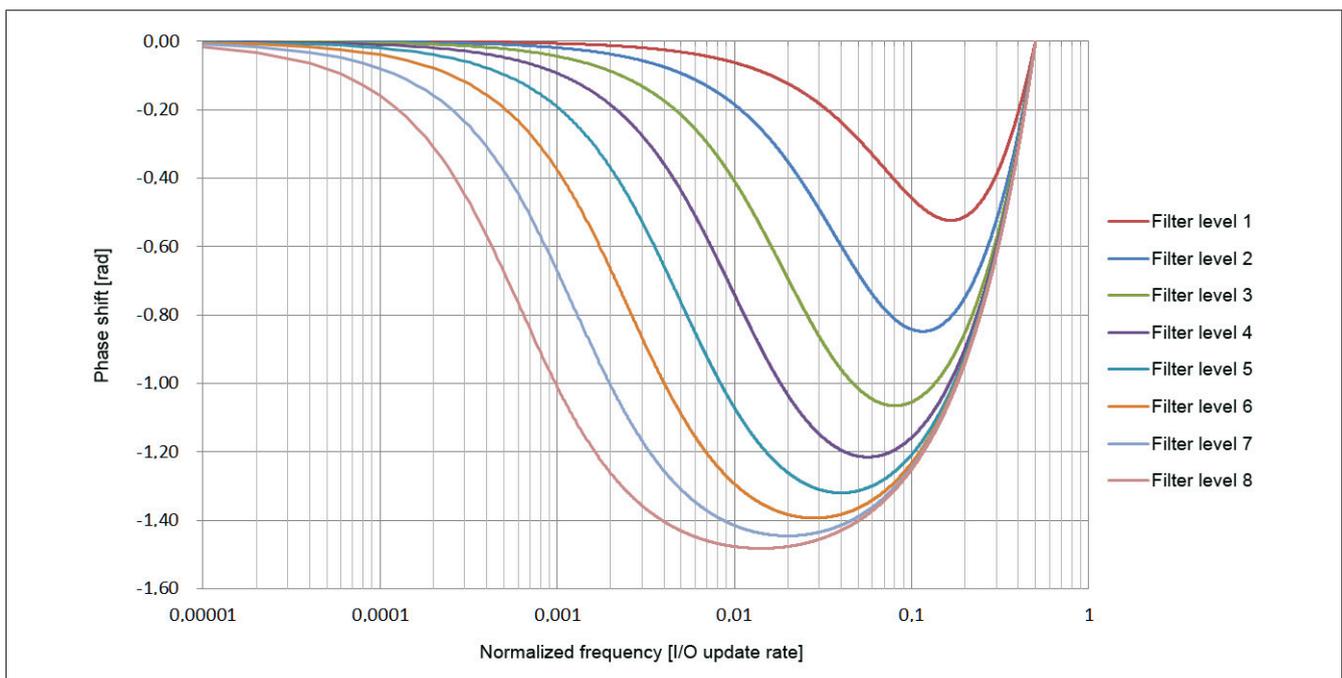
Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der -3 dB-Grenzfrequenz f_c in Abhängigkeit der eingestellten Filterstufe.

Filterstufe	Normalized f_c [I/O-Update rate]	f_c [Hz] I/O-Update rate = 15000/s	f_c [Hz] I/O-Update rate = 20000/s
1	0,11476	1721,4	2295,2
2	0,046	690	920
3	0,02124	318,6	424,8
4	0,01026	153,9	205,2
5	0,00504	75,6	100,8
6	0,0025	37,5	50
7	0,00124	18,6	24,8
8	0,00062	9,3	12,4

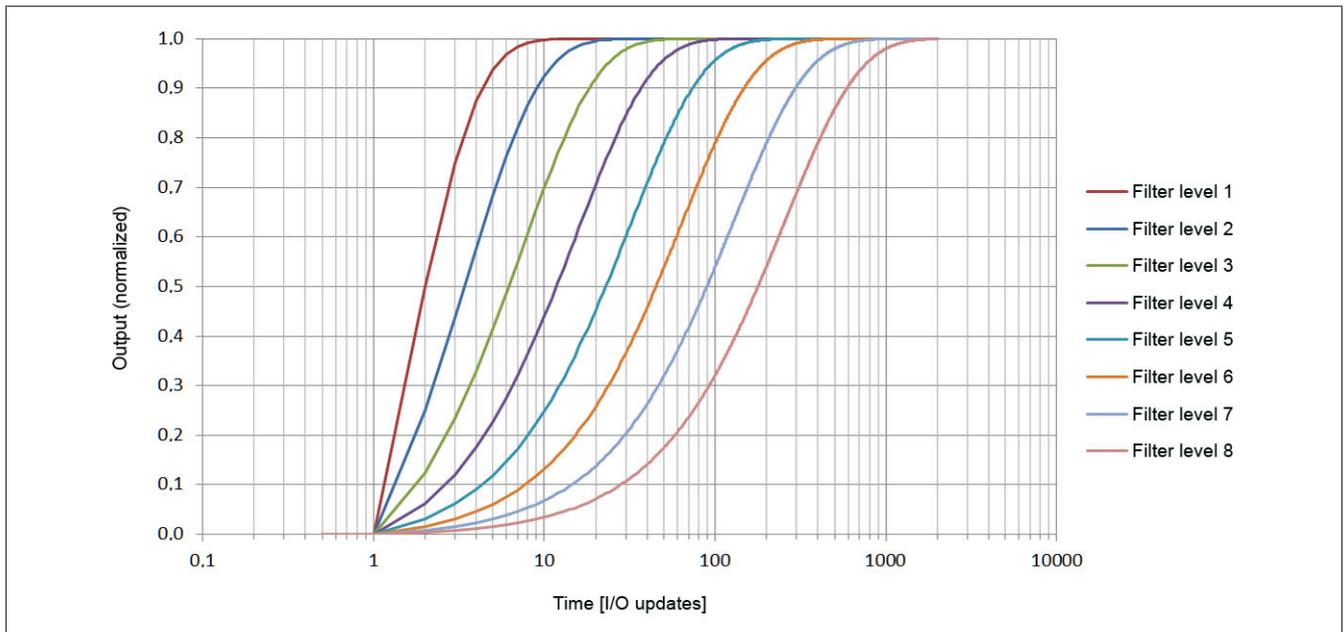
Gain des IIR-Tiefpassfilters



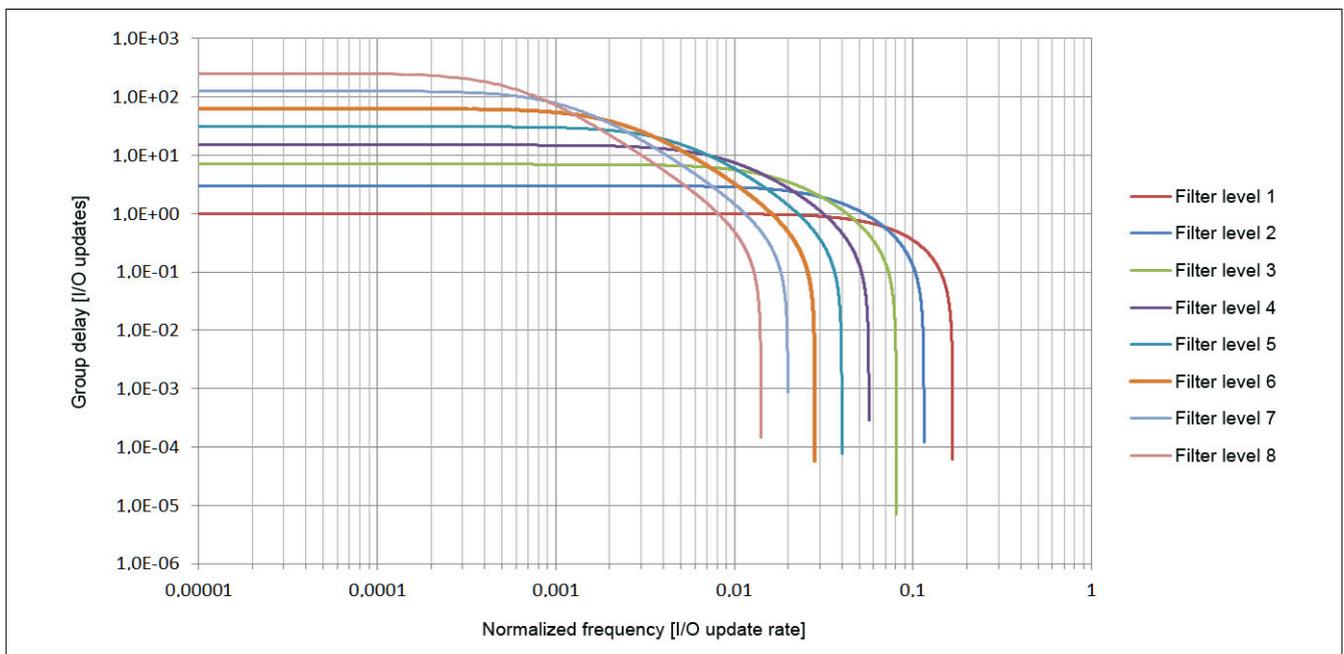
Phasenverschiebung des IIR-Tiefpassfilters



Sprungantwort des IIR-Tiefpassfilters



Gruppenverzögerung des IIR-Tiefpassfilters



2.12.2 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 = 15000 Abtastungen/s, Mittelung über 15 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 "StatusInput01" auf Seite 29 gesetzt.

2.12.2.1 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 "Selektier- bare Datenrate")	Funktionsmodell 0 und 254	Funktionsmodell 2 (Modus "Selektier- bare Datenrate")
0000	2,5	2,5	2,5	15000	400	0,0667
0001	5	5	5	15000	200	0,0667
0010	10	10	10	15000	100	0,0667
0011	15	15	15	15000	66,6667	0,0667
0100	25	25	25	15000	40	0,0667
0101	30	30	30	15000	33,3333	0,0667
0110	50	50	50	15000	20	0,0667
0111	60	60	60	15000	16,6667	0,0667
1000	100	100	100	15000	10	0,0667
1001	500	500	500	15000	2	0,0667
1010	1000	1000	1000	15000	1	0,0667
1011	2000	2000	2000	20000	0,5	0,05
1100	3750	3750	3750	15000	0,2667	0,0667
1101	7500	7500	7500	15000	0,1333	0,0667
1110	Reserviert					
1111	Reserviert					

- 1) Funktionsmodell 0 und 254: Bit 0 bis 3 des Registers "ConfigOutput01" auf Seite 20
- 2) Funktionsmodell 2: Bit 0 bis 3 des Registers "ConfigDataRateOutput01" auf Seite 28
- 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})

2.12.2.2 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	≈50 μs ²⁾

- 1) Einstellwert von Register "ConfigHighResolutionOutput01" auf Seite 28
 2) Der Wert variiert zwischen 42 und 56 μs (siehe auch nächster Abschnitt "I/O-Updatezeit")

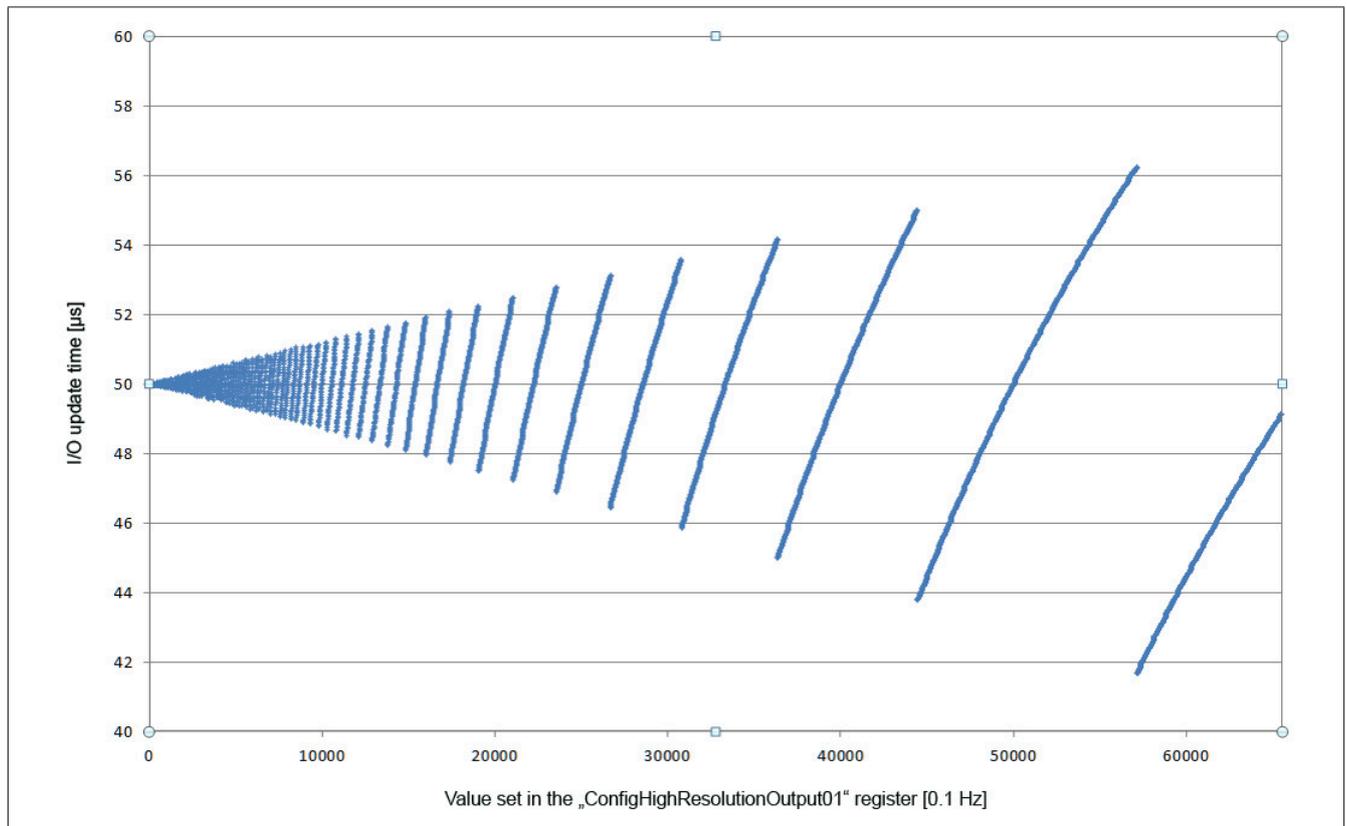
I/O-Updatezeit

Der Wert der I/O-Updatezeit ist vom Einstellwert abhängig und variiert zwischen 42 und 56 μs. Mit Hilfe der folgenden Formel kann die I/O-Updatezeit genau berechnet werden:

$$\text{I/O-Updatezeit} = 1e6 * (1e-5 - 10 / (\text{Einstellwert} * [10 / (5e-6 * \text{Einstellwert})]))$$

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:

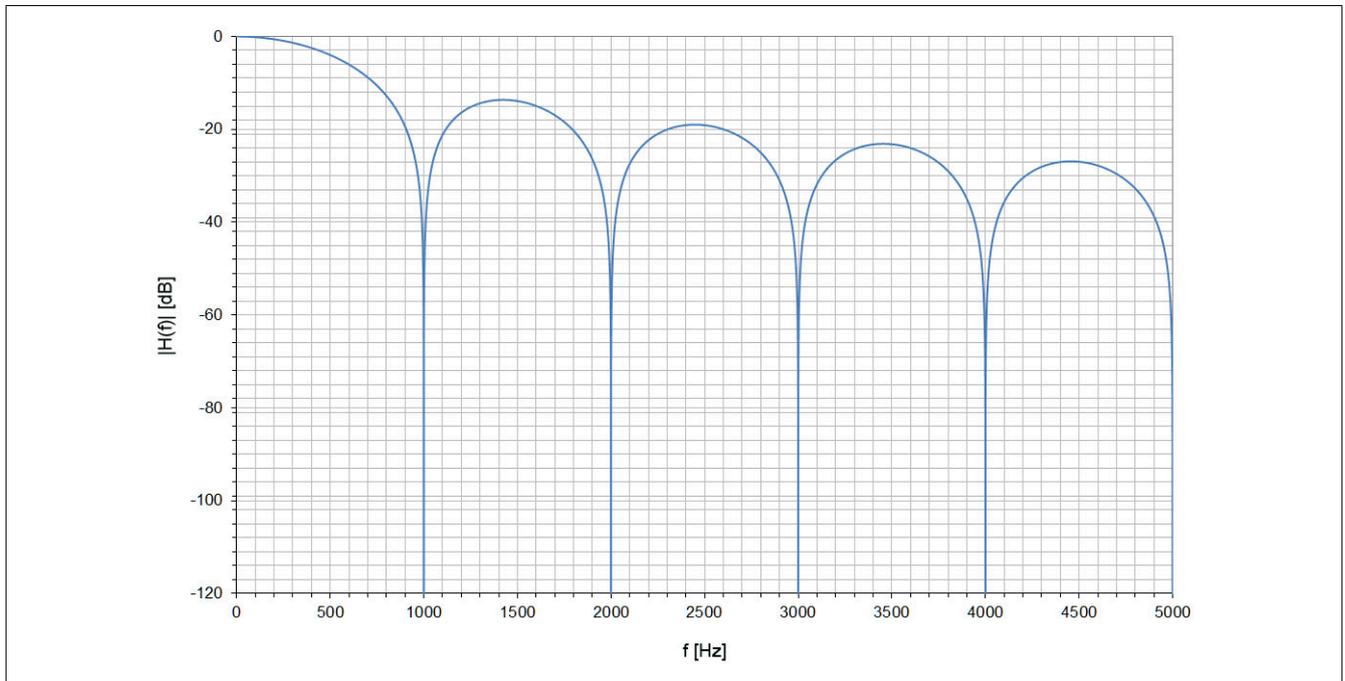


2.12.2.3 Beispiele für den Gain des FIR-Filters

Beispiel 1

Filtereinstellung = 10:

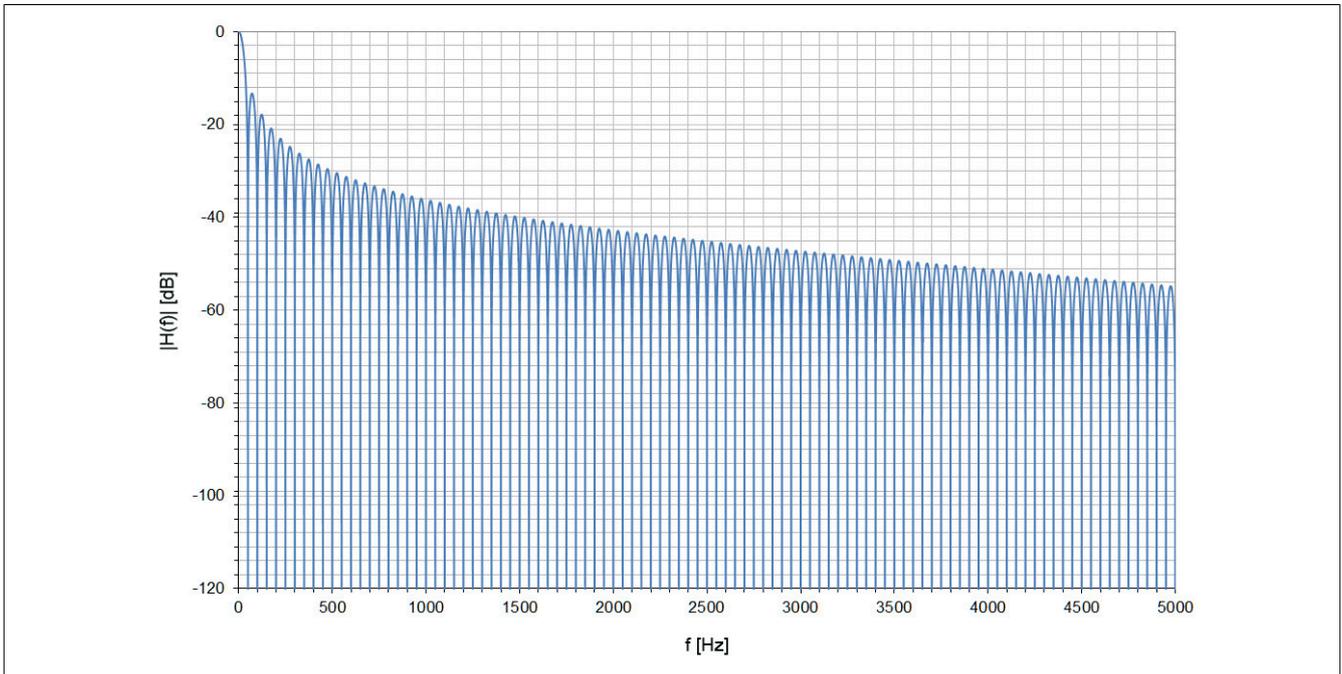
- $f_{\text{Notch}} = 1000 \text{ Hz}$
- $f_c = 439,3 \text{ Hz}$



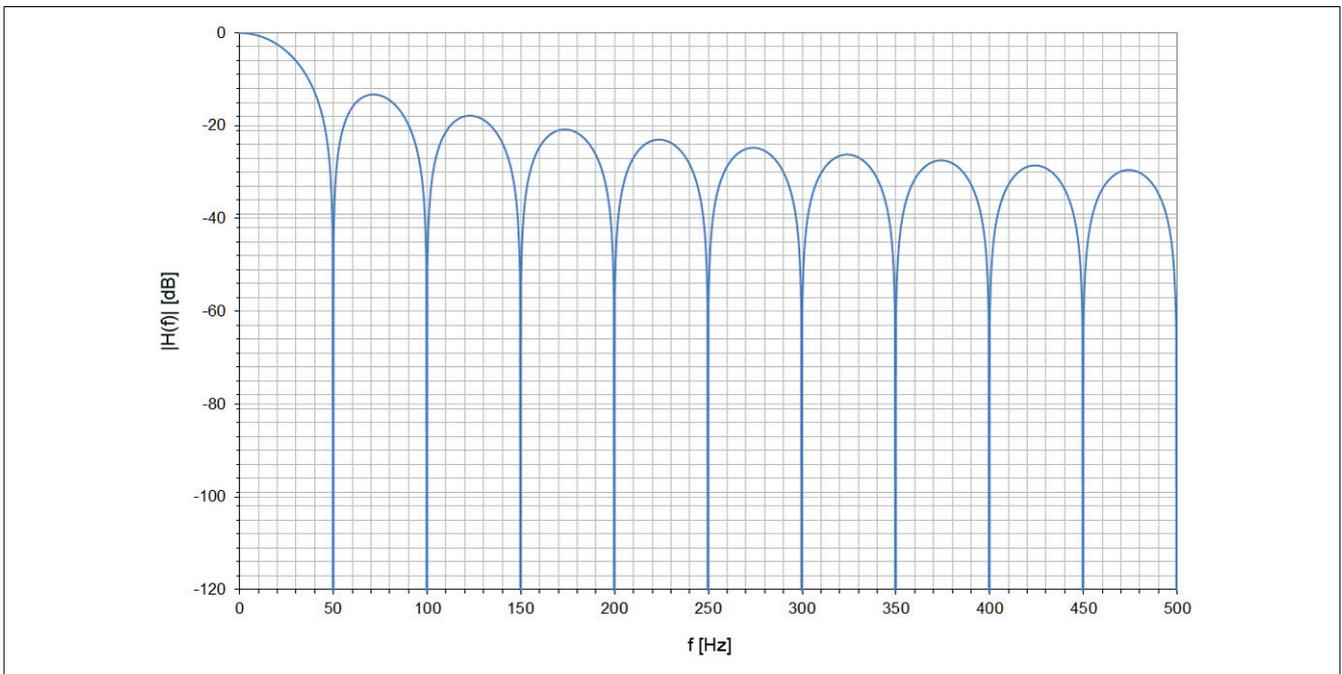
Beispiel 2

Filtereinstellung = 6:

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



Detailausschnitt zur oben dargestellten Filterkurve:

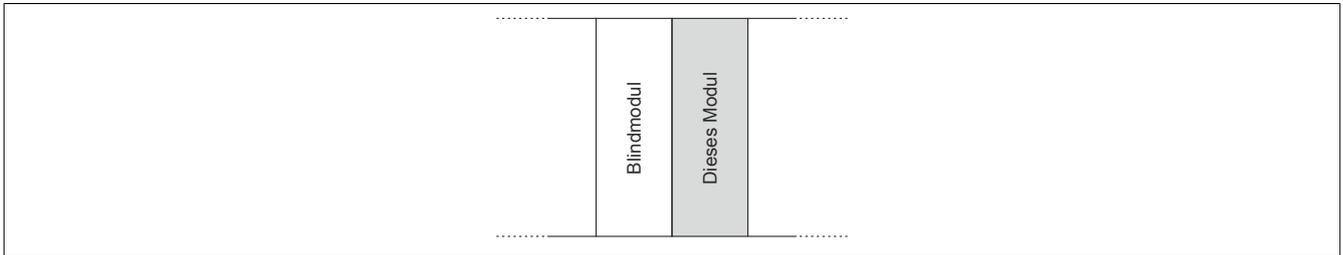


2.13 Hardwarekonfiguration

2.13.1 Hardwarekonfiguration für waagrechte Einbaulage ab 55°C Umgebungstemperatur

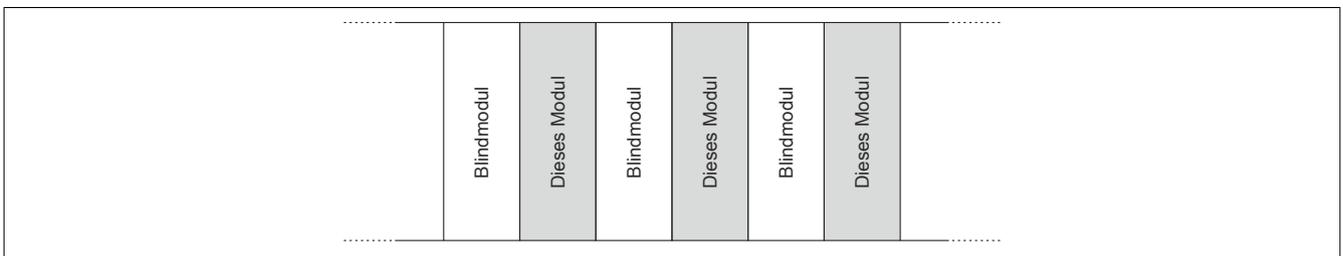
Betrieb eines DMS-Moduls

Bei waagrechter Einbaulage ist ab 55°C Umgebungstemperatur links vom DMS-Modul ein Blindmodul zu stecken.



Betrieb mehrerer DMS-Module nebeneinander

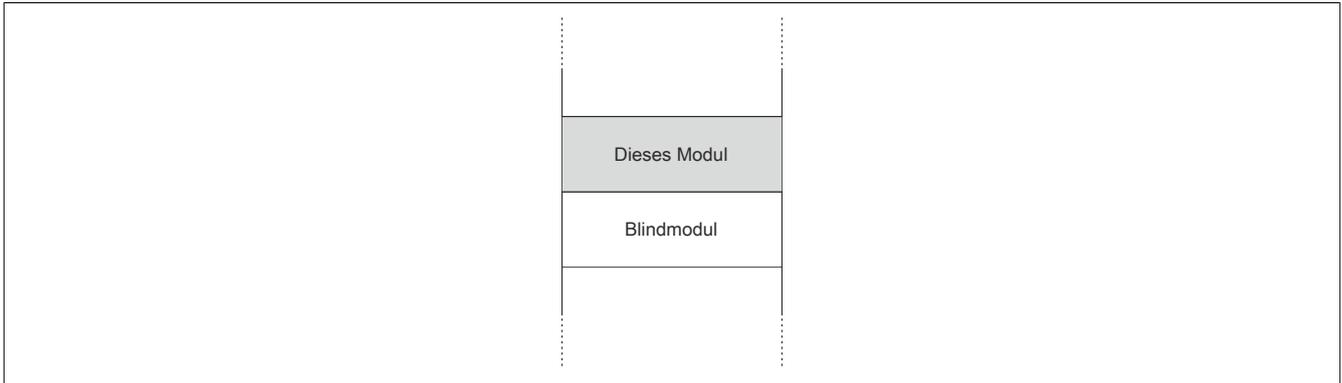
Wenn 2 oder mehr DMS-Module in einem Cluster waagrecht betrieben werden, ist die folgende Anordnung der Module zu beachten.



2.13.2 Hardwarekonfiguration für senkrechte Einbaulage ab 45°C Umgebungstemperatur

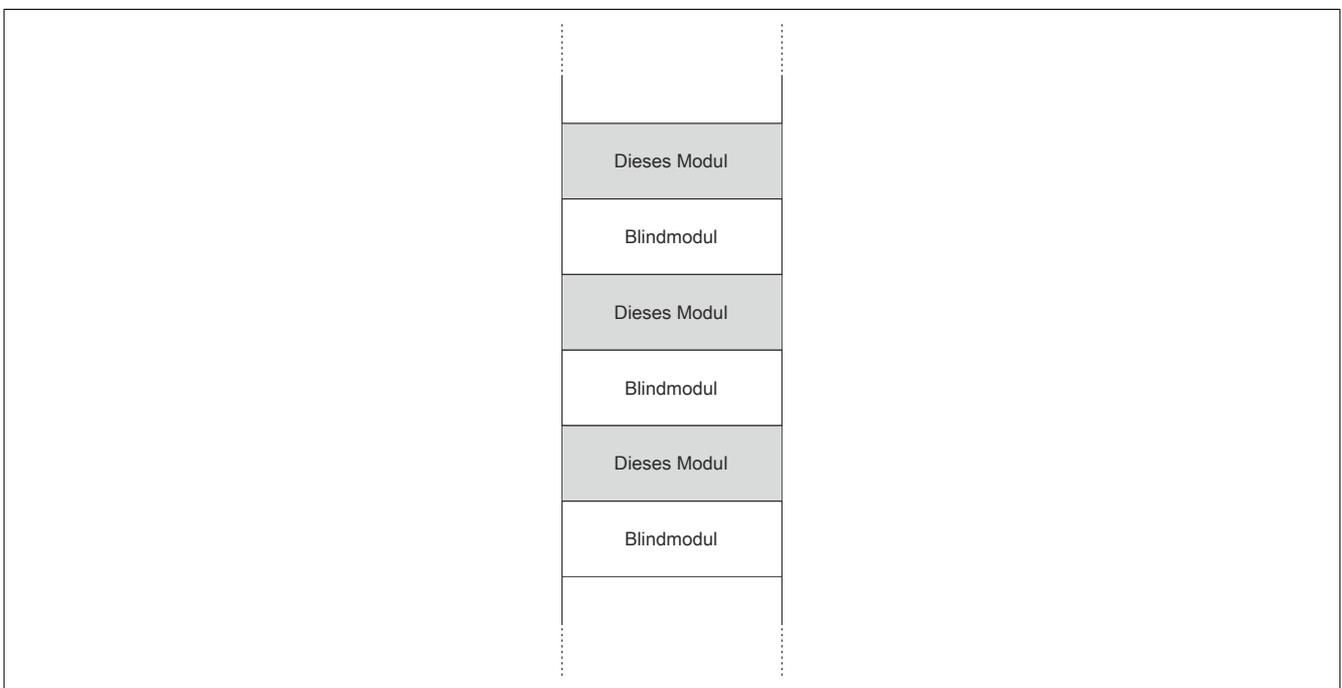
Betrieb eines DMS-Moduls

Bei senkrechter Einbaulage ist ab 45°C Umgebungstemperatur links vom DMS-Modul ein Blindmodul zu stecken.



Betrieb mehrerer DMS-Module nebeneinander

Wenn 2 oder mehr DMS-Module in einem Cluster senkrecht betrieben werden, ist die folgende Anordnung der Module zu beachten.



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 X20 System Anwenderhandbuch, Abschnitt "Zusätzliche Informationen - Allgemeine Datenpunkte" beschrieben.

2.14.2 Funktionsmodell 0 - Standard

Register	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
			Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Analogsingnal - Konfiguration						
16	ConfigOutput01	USINT			•	
18	ConfigCycletime01	UINT				•
32	AdcClkFreqShift01	USINT				•
Analogsingnal - Kommunikation						
2	StatusInput01	USINT	•			
4	AnalogInput01	DINT	•			

2.14.3 Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung

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 25).

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
Analogsingnal - Konfiguration						
1601	ConfigGain01_MultiSample	USINT			•	
1603	ConfigCycletime01_MultiSample	USINT				•
Analogsingnal - Kommunikation						
2	StatusInput01	USINT	•			
1534 + N * 4	AnalogInput0N (N = 1 bis 10)	INT	•			

2.14.4 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	USINT			•	
288	ConfigFilterOutput01	UINT				•
273	ConfigDatarateOutput01	USINT			•	
274	ConfigHighResolutionOutput01	UINT			•	
Analogsignal - Kommunikation						
2	StatusInput01	USINT	•			
4	AnalogInput01	DINT	•			
256	AdcConvTimeStampInput01	DINT	•			

2.14.5 Funktionsmodell 254 - Bus Controller

Im Funktionsmodell "254 - Bus Controller" verhält sich das Modul wie im "Funktionsmodell 0 - Standard", mit dem Unterschied, dass nicht zum X2X Link synchronisiert wird, selbst wenn im Register "[ConfigOutput01](#)" auf Seite 20 der Synchronmodus aktiviert ist. Stattdessen verhält sich das Modul so, wie wenn die eingestellte A/D-Wandler Zykluszeit kein Teiler oder Vielfaches der X2X Zykluszeit wäre und versucht die eingestellte A/D-Wandler Zykluszeit möglichst exakt einzuhalten.

Register	Offset ¹⁾	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
				Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Analogsignal - Konfiguration							
16	0	ConfigOutput01	USINT			•	
18	18	ConfigCycletime01	UINT				•
32	32	AdcClkFreqShift01	USINT				•
Analogsignal - Kommunikation							
2	4	StatusInput01	USINT	•			
4	0	AnalogInput01	DINT	•			

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

2.14.5.1 CAN-I/O Bus Controller

Das Modul belegt an CAN-I/O 1 analogen logischen Steckplatz.

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

2.14.6.1 A/D-Wandler-Konfiguration

Name:

ConfigOutput01

In diesem Register kann die Datenrate und der Messbereich des A/D-Wandler 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
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)	100	256 mV/V
		101	128 mV/V
		110	64 mV/V
7	Reserviert	111	32 mV/V
		0	(Muss 0 sein)

2.14.6.1.1 Synchronmodus

Der Analog/Digital-Wandler (A/D-Wandler) des Moduls kann optional synchron zum X2X Link bedient und ausgelesen werden. Durch Auswahl des entsprechenden Betriebsmodus im Register "ConfigOutput01" auf Seite 20 wird der Synchronmodus aktiviert. Dazu muss im Register "ConfigCycletime01" auf Seite 21 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 $\geq 1/4$ 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.

2.14.6.2 A/D-Wandler-Zykluszeit

Name:

ConfigCycletime01

Dieses Register wird nur im **Synchronmodus** verwendet. Wird in der A/D-Wandler-Konfiguration 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 50 bis 2000 μs liegen

Datentyp	Werte
UINT	50 bis 2000

2.14.6.3 A/D-Wandler Taktfrequenzverschiebung

Name:

AdcClkFreqShift01

In seltenen Fällen kann es zu einer gegenseitigen Beeinflussung von DMS-Modulen an unmittelbar benachbarten Steckplätzen kommen. Diese Beeinflussung äußert sich in vorübergehenden, geringfügigen Messwertabweichungen. Diese kann nur auftreten, wenn die Sigma-Delta A/D-Wandler der benachbarten DMS-Module mit exakt derselben Taktfrequenz betrieben werden.

Meist differieren diese Taktfrequenzen aufgrund von Bauteilstreuung bereits ausreichend. Wo dies nicht der Fall ist, stellt das DMS-Modul mittels dieses Registers eine sichere Methode zur Verfügung wie eine Anwendung die gegenseitige Messwert-Beeinflussung ausschließen kann.

Datentyp	Werte
SINT	-128 bis 127

Mit Hilfe dieses Registers lässt sich die Taktfrequenz in Schritten von 200 ppm variieren. Einstellwerte von -50 bis 50 decken einen Bereich von -10000 ppm bis 10000 ppm ab. Das entspricht -1% bis 1%.

Werte außerhalb des Bereiches führen zur Aktivierung eines Default-Modus. Dabei wird die Frequenzverschiebung durch die Firmware des Moduls aus den letzten 2 Stellen der Seriennummer abgeleitet. Dieser Modus verkleinert den Programmieraufwand, setzt aber voraus, dass sich die Seriennummern benachbarter Module in den letzten beiden Stellen unterscheiden.

Registerwert	Frequenz Verschiebung in ppm	Beispiel einer Abtastrate ¹⁾
127	$((\text{SerienNr. modulo } 100) - 50) * (-200) \text{ ppm}$	Abhängig von Seriennummer
...
51	$((\text{SerienNr. modulo } 100) - 50) * (-200) \text{ ppm}$	Abhängig von Seriennummer
50	10000	505
49	9800	504,9
...
2	400	500,2
1	200	500,1
0	0	500
-1	-200	499,9
-2	-400	499,8
...
-50	-10000	495
-51	$((\text{SerienNr. modulo } 100) - 50) * (-200) \text{ ppm}$	Abhängig von Seriennummer
...
-128	$((\text{SerienNr. modulo } 100) - 50) * (-200) \text{ ppm}$	Abhängig von Seriennummer

1) Nominelle Abtastrate von 500 Abtastungen pro Sekunde

ACHTUNG:

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich ist, wird durch eine Verschiebung der A/D-Wandler-Taktfrequenz im gleichen Maße auch die A/D-Wandler-Abtastrate verschoben. Insbesondere in Anwendungen wo eine ganz bestimmte Abtastrate zur Unterdrückung vorhandener Störungen gewählt worden ist (z. B.: 50 Hz um das 50 Hz-Netzbrummen zu unterdrücken), kann eine zu großzügige Verschiebung der A/D-Wandler-Taktfrequenz die Störungsunterdrückung beeinträchtigen. Siehe dazu auch "[Filtercharakteristik des Sigma-Delta A/D-Wandlers](#)" auf Seite 8.

In solchen Fällen sollte die Möglichkeit der Frequenzverschiebung mittels I/O-Konfiguration bzw. ASIOACC-Bibliothek benutzt werden und nicht die Default-Frequenzverschiebung auf Basis der Seriennummer.

Eine Frequenzverschiebung nach folgendem Muster ist geeignet um eine gegenseitige Beeinflussung von Modulen zu verhindern und dabei die Filtercharakteristik nur unmerklich zu beeinflussen.

Steckplatz	1	2	3	4	5	6	...
A/D-Wandler Taktfrequenzverschiebung	0	2	-1	1	-2	0	...

Information:

- Im Synchron-Modus ist dieses Register wirkungslos, da die Firmware die A/D-Wandler-Taktfrequenz so regelt, dass der A/D-Wandlerzyklus synchron zum X2X Zyklus ist.
- Bei einem schreibenden Zugriff auf dieses Register mit Hilfe der Bibliothek ASIOACC wird von der Firmware nur das niederwertigste Byte des geschriebenen Wertes übernommen. (Z. B.: Der Wert 256 (=0x100) ist identisch zum Wert 0 (=0x00))

2.14.6.4 Modulstatus

Name:
StatusInput01

In diesem Register wird der aktuelle Status des Moduls abgebildet.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0	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 • Fehler in I/O-Spannungsversorgung • A/D-Wandler ist (noch) nicht konfiguriert
1	Leitungsüberwachung	0	Ok
		1	Drahtbruch
2	Nur gültig im Synchronmodus	0	A/D-Wandler läuft synchron zum X2X Link
		1	A/D-Wandler läuft nicht synchron zum X2X Link
3 - 7	Reserviert	-	

2.14.6.5 DMS-Wert

Name:

AnalogInput01

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 7).

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	19,8	±456.000	18,9	±245.000	17,9	±122.000	16,7	±53.000
5	19,2	±301.000	18,4	±173.000	17,2	±75.000	16	±33.000
10	18,6	±199.000	17,8	±114.000	16,6	±50.000	15,6	±25.000
15	18,4	±173.000	17,4	±86.000	16,2	±38.000	15,4	±22.000
25	18	±131.000	17,1	±70.000	15,7	±27.000	14,9	±15.000
30	17,7	±106.000	16,7	±53.000	16	±33.000	15,1	±18.000
50	17,5	±93.000	16,6	±50.000	15,6	±25.000	14,4	±11.000
60	17,5	±93.000	16,6	±50.000	15,6	±25.000	14,5	±12.000
100	17,2	±75.000	16,3	±40.000	15,2	±19.000	14,5	±12.000
500	16,6	±50.000	15,7	±27.000	14,6	±12.000	13,5	±6.000
1000	16,2	±38.000	15,4	±22.000	14,2	±9.000	13,4	±5.000
2000	15,7	±27.000	14,9	±15.000	13,9	±8.000	12,9	±4.000
3750	15,5	±23.000	14,7	±13.000	13,7	±7.000	12,6	±3.000
7500	15,2	±19.000	14,5	±12.000	13,4	±5.000	12,5	±3.000

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	22,4	±2.767.000	22	±2.097.000	21,4	±1.384.000	20,7	±852.000
5	22	±2.097.000	21,7	±1.703.000	21	±1.049.000	19,9	±489.000
10	21	±1.049.000	20,7	±852.000	20,5	±741.000	19,2	±301.000
15	20,8	±913.000	20,5	±741.000	20,3	±645.000	19,2	±301.000
25	20,3	±645.000	20,1	±562.000	19,8	±456.000	18,9	±245.000
30	20,3	±645.000	19,9	±489.000	19,7	±426.000	18,8	±228.000
50	19,9	±489.000	19,5	±371.000	19,4	±346.000	18,6	±199.000
60	19,4	±346.000	19,2	±301.000	19,1	±281.000	18,3	±161.000
100	19,1	±281.000	19	±262.000	19	±262.000	18,1	±140.000
500	17,9	±122.000	17,8	±114.000	17,7	±106.000	17,3	±81.000
1000	17,5	±93.000	17,4	±86.000	17,3	±81.000	17	±66.000
2000	17	±66.000	16,7	±53.000	16,7	±53.000	16,4	±43.000
3750	16,4	±43.000	16,4	±43.000	16,4	±43.000	16	±33.000
7500	16,1	±35.000	16,1	±35.000	15,9	±31.000	15,7	±27.000

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

2.14.7 Register für "Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung"

2.14.7.1 A/D-Wandler-Konfiguration

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
		011	2 mV/V
	Erweiterter Messbereich (Bit 2 = 1)	100	256 mV/V
		101	128 mV/V
		110	64 mV/V
		111	32 mV/V
3 - 7	Reserviert	0	(Muss 0 sein)

2.14.7.2 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

2.14.7.3 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 18).

Beispiel: A/D-Wandler Zykluszeit 50 µs

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

Beispiel: A/D-Wandler Zykluszeit 100 µs

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

2.14.7.4 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 quitiert werden.
2	Synchronmodus	0	A/D-Wandler läuft synchron zum X2X Link
		1	A/D-Wandler läuft nicht synchron zum X2X Link
3 - 7	Reserviert	-	

2.14.7.5 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 7).

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
15,4	22.000	14,6	12.000	13,8	7.000	12,8	4.000

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
17,1	70.000	16,7	53.000	16,4	43.000	15,9	31.000

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

2.14.8 Register für "Funktionsmodell 2 - Erweiterter Filter"

2.14.8.1 A/D-Wandler-Konfiguration und IIR-Filterkonfiguration

Name:

ConfigCommonOutput01

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
0 - 3	IIR-Tiefpassfilter		Filterstufe
		0000	0: IIR-Tiefpassfilter ausgeschaltet
		0001	1
		0010	2
		0011	3
		0100	4
		0101	5
		0110	6
		0111	7
		1000	8
4 - 6	Standardmessbereich	1001 - 1111	Der analoge Eingangswert zeigt einen ungültigen Bereich an
		000	16 mV/V
		001	8 mV/V
		010	4 mV/V
	Erweiterter Messbereich	011	2 mV/V
		100	256 mV/V
		101	128 mV/V
		110	64 mV/V
7	Reserviert	111	32 mV/V
		0	(Muss 0 sein)

2.14.8.2 Konfiguration der Datenrate

Name:
ConfigFilterOutput01

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 "ConfigDatarateOutput01" auf Seite 28.
	1	Modus "Hochauflösende Datenrate": Für den FIR-Filter wird eine hochauflösende Datenrate verwendet. Die Konfiguration erfolgt im Register "ConfigHighResolutionOutput01" auf Seite 28.

Name:
ConfigDatarateOutput01

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 (Muss 0 sein)
4 - 7	Reserviert	0	

Name:
ConfigHighResolutionOutput01

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

2.14.8.3 Modulstatus

Name:
StatusInput01

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	Reserviert	-	
3	Modulversorgung	0	Ok
		1	Fehler in Modulversorgung
4	DMS-Versorgung	0	Ok
		1	Fehler in DMS-Versorgung
5	FIR-Filter bereit	0	Ok
		1	FIR-Filter noch nicht bereit
6 - 7	Reserviert	-	

2.14.8.4 A/D-Wandler-Umwandlungs-Zeitstempel

Name:
AdcConvTimeStampInput01

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

2.14.9 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

2.14.10 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 12 entnommen werden.

Je nach Einstellung im Register "ConfigCycletime01_MultiSample" auf Seite 25 beträgt die I/O-Updatezeit im "Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung" 50 oder 100 μ s.

3 X20AI1744-3 mit Rev. <G0

3.1 Allgemeines

Das Modul 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.

- 1 Vollbrücken DMS-Eingang
- Datenausgaberate von 2,5 Hz bis 7,5 kHz einstellbar
- Sonderbetriebsarten (Synchronmodus und Mehrfachabtastung)

3.2 Bestelldaten

Bestellnummer	Kurzbeschreibung	Abbildung
X20AI1744-3	X20 Analoges Eingangsmodul, 1 DMS-Vollbrücken-Eingang, 24 Bit Wandlerauflösung, 5 Hz Eingangsfiler	
Erforderliches Zubehör		
Busmodule		
X20BM11	X20 Busmodul, 24 VDC codiert, interne I/O-Versorgung durchverbunden	
X20BM15	X20 Busmodul, mit Knotennummerschalter, 24 VDC codiert, interne I/O-Versorgung durchverbunden	
Feldklemmen		
X20TB12	X20 Feldklemme, 12-polig, 24 VDC codiert	

Tabelle 7: X20AI1744-3 - Bestelldaten

3.3 Technische Daten

Bestellnummer	X20AI1744-3
Kurzbeschreibung	
I/O-Modul	1 Vollbrücken DMS-Eingang
Allgemeines	
B&R ID-Code	0xA4EF
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
Leistungsaufnahme	
Bus	0,01 W
I/O-intern	1,25 W
Zusätzliche Verlustleistung durch Aktoren (ohmsch) [W]	max. +0,36 ¹⁾
Potenzialtrennung	
Bus - Analogeingang	Ja
Bus - Brückenversorgungsspannung	Ja
Kanal - I/O-Versorgung	Nein
Zertifizierungen	
CE	Ja
KC	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 nC IIA T5 Gc IP20, Ta = 0 - max. 60 °C FTZÜ 09 ATEX 0083X
GOST-R	Ja

Tabelle 8: X20AI1744-3 - Technische Daten

Bestellnummer	X20AI1744-3
DMS-Vollbrücke	
Brückenfaktor	2 bis 256 mV/V, per Software einstellbar
Anschluss	4- oder 6-Leitertechnik ²⁾
Eingangsart	Differenziell, zur Auswertung einer DMS-Vollbrücke
Digitale Wandlerrauflösung	24 Bit
Wandlungszeit	Je nach eingestellter Datenausgaberate
Datenausgaberate	2,5 - 7500 Abtastungen je Sekunde, per Software einstellbar (f_{DATA})
Eingangsfiler	
Eckfrequenz	5 Hz
Ordnung	3
Steilheit	60 dB
Filtercharakteristik ADC	Sigma-Delta, siehe Abschnitt "Filtercharakteristik des Sigma-Delta A/D-Wandlers"
Arbeitsbereich / Messgrößenaufnehmer	85 bis 5000 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 \pm Endwert (Statusbit "Drahtbruch" im Register <i>Modulstatus</i> wird gesetzt)
gültiger Wertebereich	0xFF800001 bis 0x007FFFFFFF (-8.388.607 bis 8.388.607)
Brückenversorgung	
Spannung	5,5 VDC / max. 65 mA ³⁾
kurzschluss- und überlastfest	Ja
Spannungsabfall am Kurzschlussschutz	max. 0,2 VDC bei 65 mA
Quantisierung ⁴⁾	
LSB Wert (bezogen auf 16 Bit)	
2 mV/V	336 nV
4 mV/V	671 nV
8 mV/V	1,343 μ V
16 mV/V	2,686 μ V
32 mV/V	5,371 μ V
64 mV/V	10,74 μ V
128 mV/V	21,48 μ V
256 mV/V	42,97 μ V
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	
Rev. \geq E0	10 ppm/ $^{\circ}$ C
Rev. $<$ E0	30 ppm/ $^{\circ}$ 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 $^{\circ}$ C pro 100 m
Schutzart nach EN 60529	IP20
Umgebungsbedingungen	
Temperatur	
Betrieb	
waagrechte Einbaulage	0 bis 55 $^{\circ}$ C
senkrechte Einbaulage	0 bis 50 $^{\circ}$ C
Derating	Siehe Abschnitt "Hardwarekonfiguration"
Lagerung	-25 bis 70 $^{\circ}$ C
Transport	-25 bis 70 $^{\circ}$ C

Tabelle 8: X20AI1744-3 - Technische Daten

Bestellnummer	X20AI1744-3
Luftfeuchtigkeit	
Betrieb	5 bis 95%, nicht kondensierend
Lagerung	5 bis 95%, nicht kondensierend
Transport	5 bis 95%, nicht kondensierend
Mechanische Eigenschaften	
Anmerkung	Feldklemme 1x X20TB12 gesondert bestellen Busmodul 1x X20BM11 gesondert bestellen
Rastermaß	12,5 ^{+0,2} mm

Tabelle 8: X20AI1744-3 - Technische Daten

- 1) Abhängig von der verwendeten DMS-Vollbrücke.
- 2) Bei der 6-Leitertechnik wirkt die Leitungskompensation nicht (siehe Abschnitt "Anschlussbeispiele").
- 3) Bis zu einer Betriebstemperatur von 45°C ist der maximale Strom von 90 mA erlaubt.
- 4) Quantisierung in Abhängigkeit des Brückenfaktors.

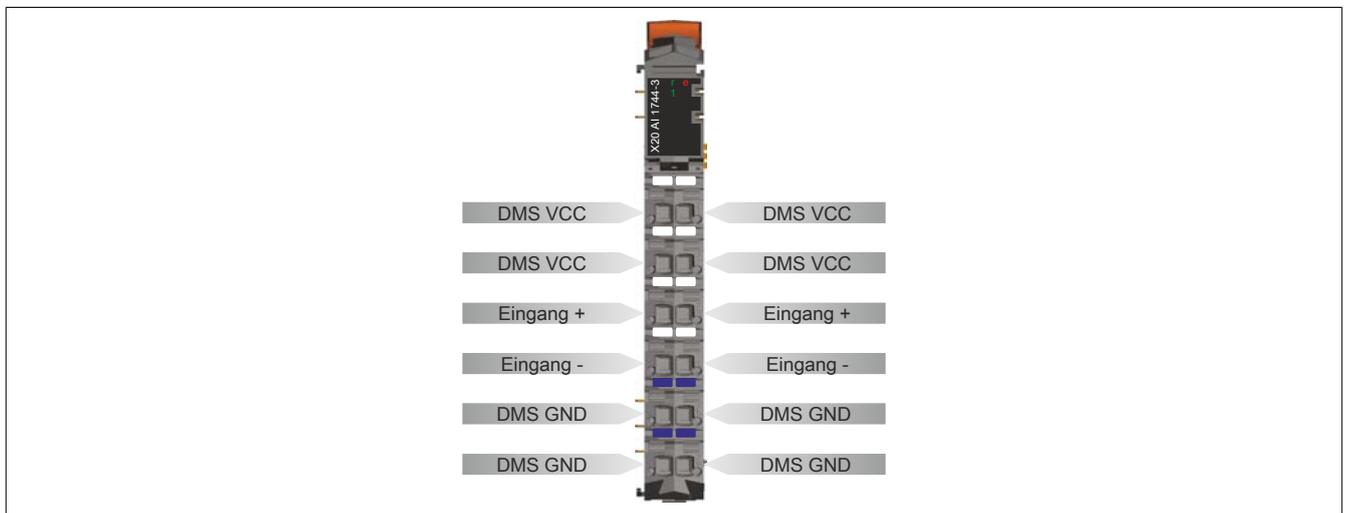
3.4 Status-LEDs

Für die Beschreibung der verschiedenen Betriebsmodi siehe X20 System Anwenderhandbuch, Abschnitt "Zusätzliche Informationen - Diagnose-LEDs".

Abbildung	LED	Farbe	Status	Beschreibung
	r	Grün	Aus	Modul nicht versorgt
			Single Flash	Modus RESET
			Double Flash	Modus BOOT (während Firmware-Update) ¹⁾
			Blinkend	Modus PREOPERATIONAL
	e	Rot	Aus	Modul nicht versorgt oder alles in Ordnung
			Ein	Fehler- oder Resetzustand
	1	Grün	Aus	Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> • Drahtbruch • Sensor ist abgesteckt • Wandler ist beschäftigt
			Ein	Der Analog-/Digitalwandler läuft, Wert ist in Ordnung

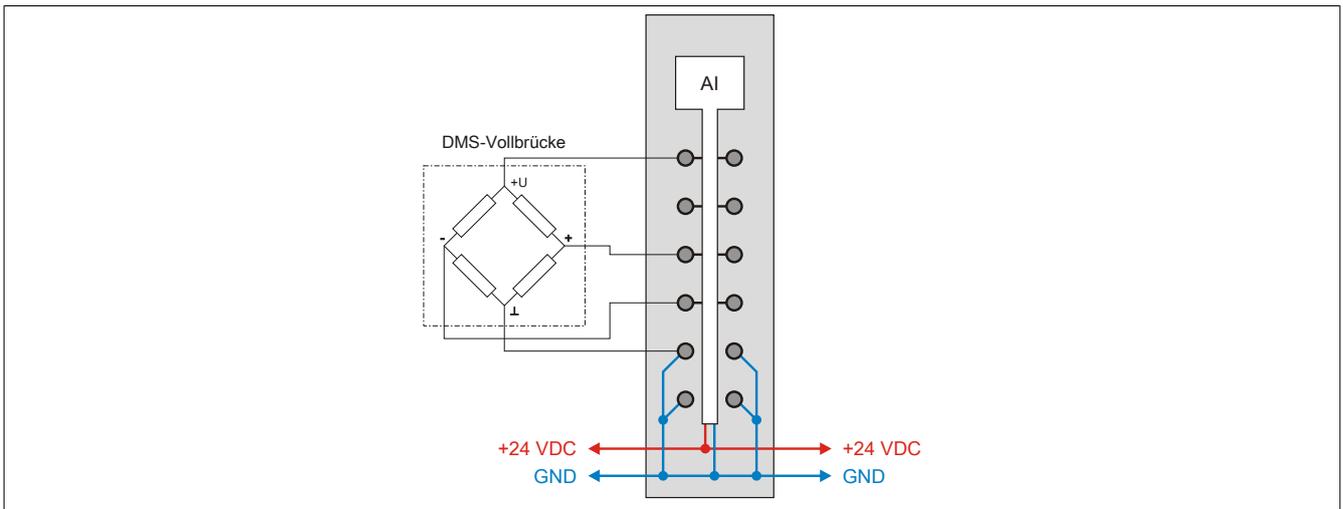
- 1) Je nach Konfiguration kann ein Firmware-Update bis zu mehreren Minuten benötigen.

3.5 Anschlussbelegung



3.6 Anschlussbeispiele

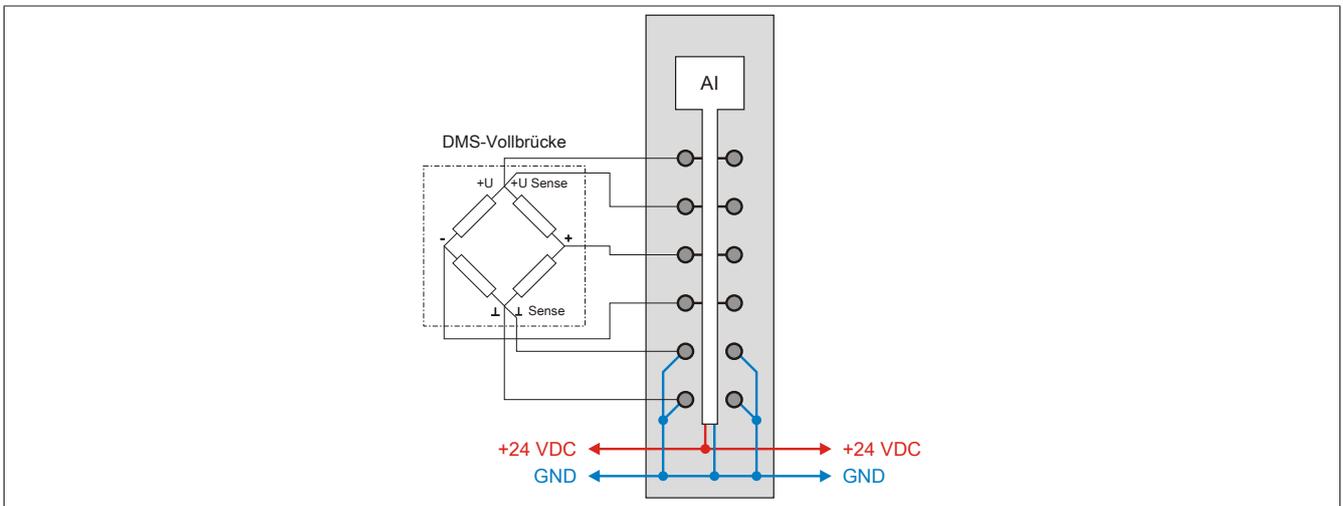
DMS-Vollbrücke mit 4-Leiter Anschluss



DMS-Vollbrücke mit 6-Leiter Anschluss

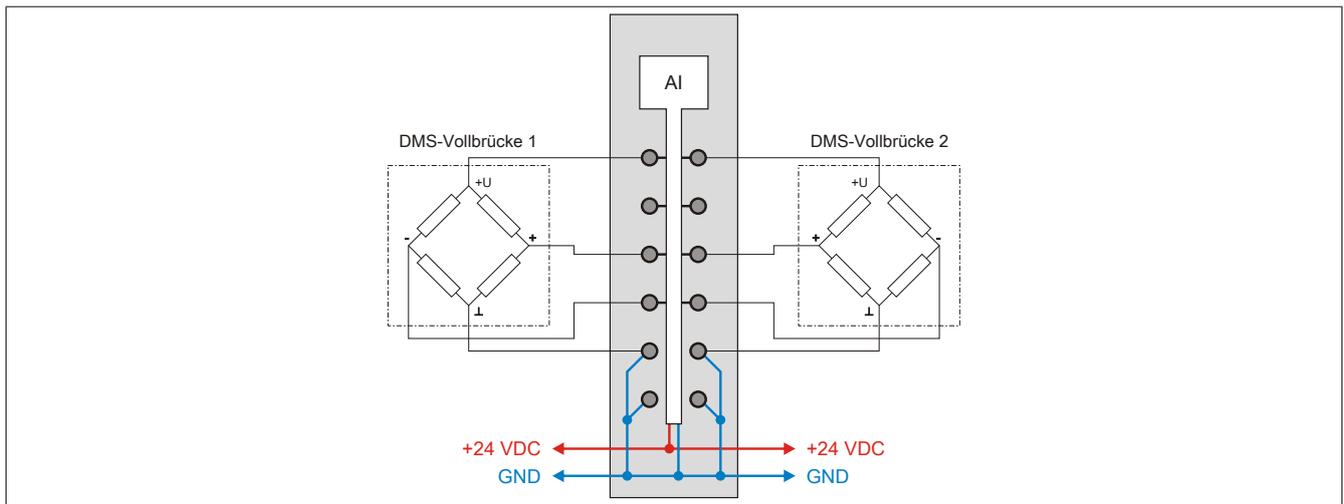
An das Modul können DMS-Vollbrücken mit 6-Leiter Anschluss angeschlossen werden. Die Leitungskompensation wird vom Modul jedoch nicht unterstützt. Die Sense-Leitungen werden durch die intern verbundenen DMS VCC- und DMS GND-Anschlüsse kurzgeschlossen (siehe "Eingangsschema" auf Seite 35). Dadurch verändert 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.



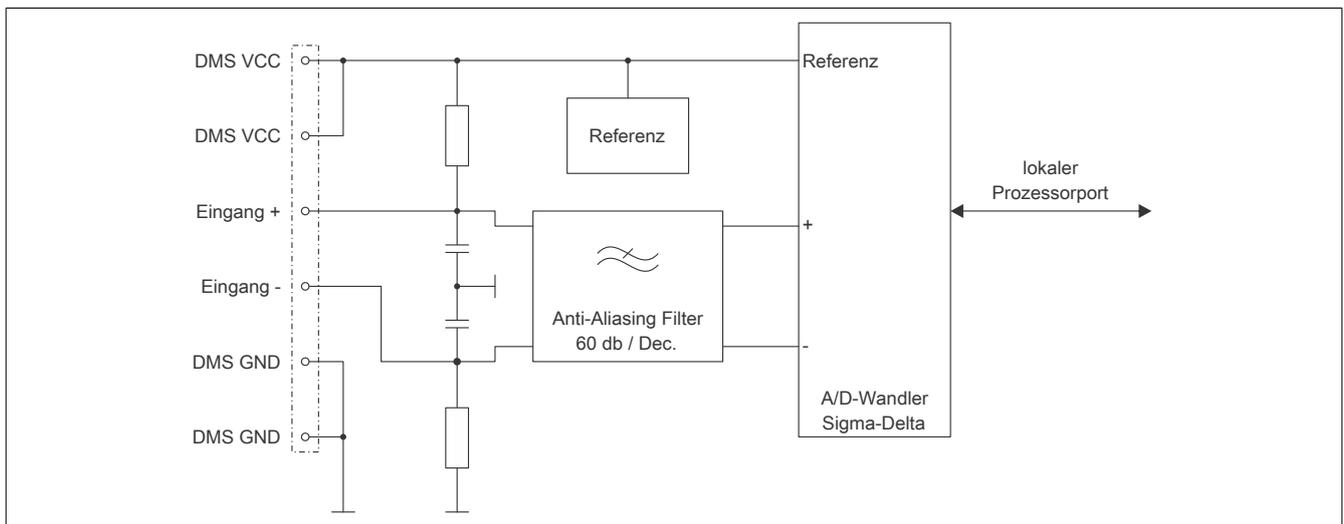
Parallelschaltung von 2 DMS-Vollbrücken (4-Leiter Anschluss)

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

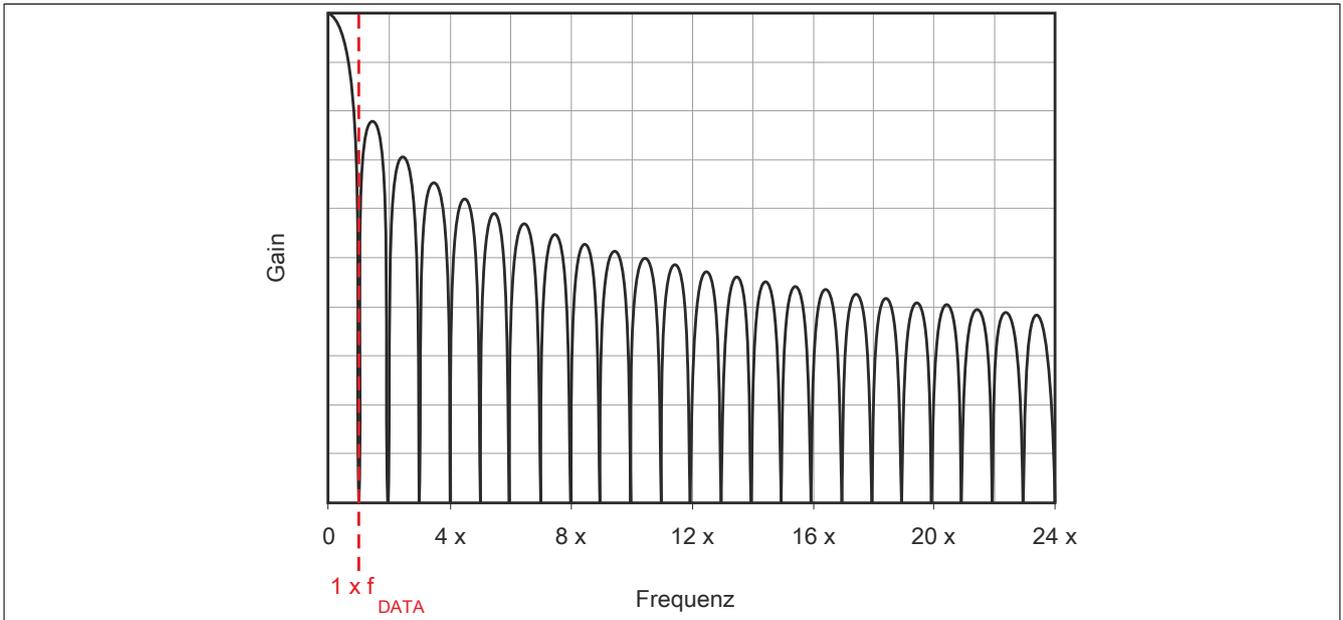


Bei Parallelschaltung von 3 oder mehreren DMS-Vollbrücken müssen 2 Anschlussdrähte in einen X20TB Feldklemmen-Anschluss zusammengeführt und -geklemmt werden.

3.7 Eingangsschema



3.8 Filtercharakteristik des Sigma-Delta A/D-Wandlers

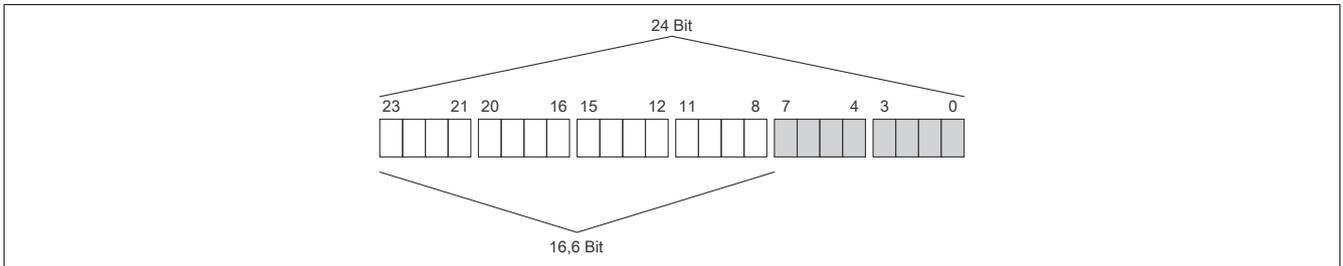


3.9 Effektive Auflösung des A/D-Wandlers

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 16,6 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.

3.10 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 Brückenversorgungsspannung 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

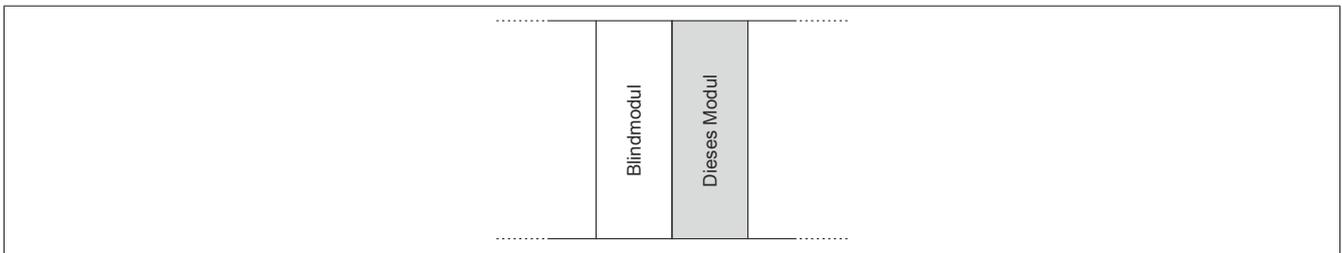
Die Werte für jeweils ein LSB sind auch unter den technischen Daten des Moduls beim Punkt "Quantisierung" zu finden (jeweils für 1 LSB bezogen auf 16 Bit und auf 24 Bit).

3.11 Hardwarekonfiguration

3.11.1 Hardwarekonfiguration für waagrechte Einbaulage ab 50°C Umgebungstemperatur

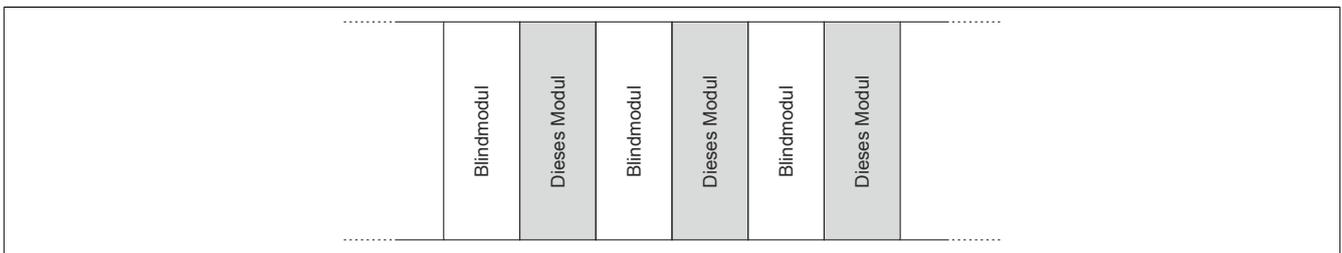
Betrieb eines DMS-Moduls

Bei waagrechter Einbaulage ist ab 50°C Umgebungstemperatur links vom DMS-Modul ein Blindmodul zu stecken.



Betrieb mehrerer DMS-Module nebeneinander

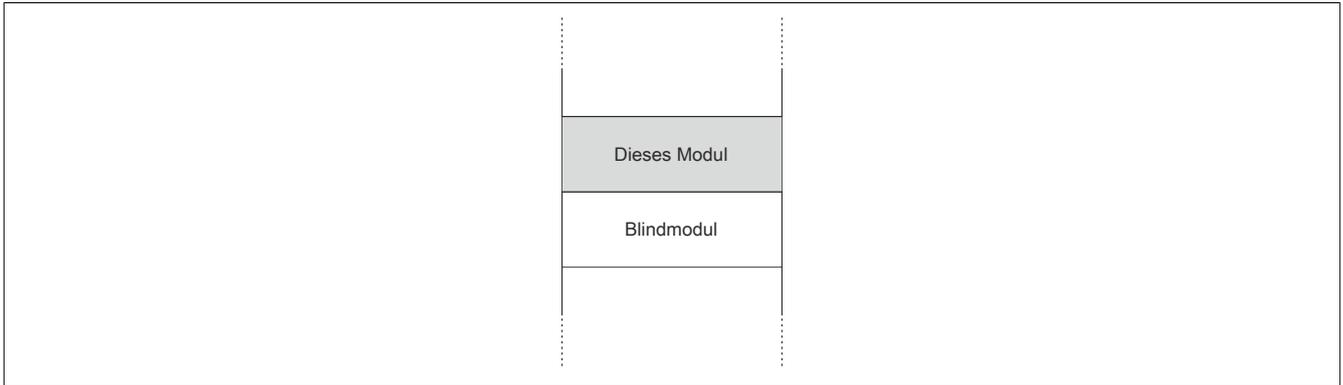
Wenn 2 oder mehr DMS-Module in einem Cluster waagrecht betrieben werden, ist die folgende Anordnung der Module zu beachten.



3.11.2 Hardwarekonfiguration für senkrechte Einbaulage ab 40°C Umgebungstemperatur

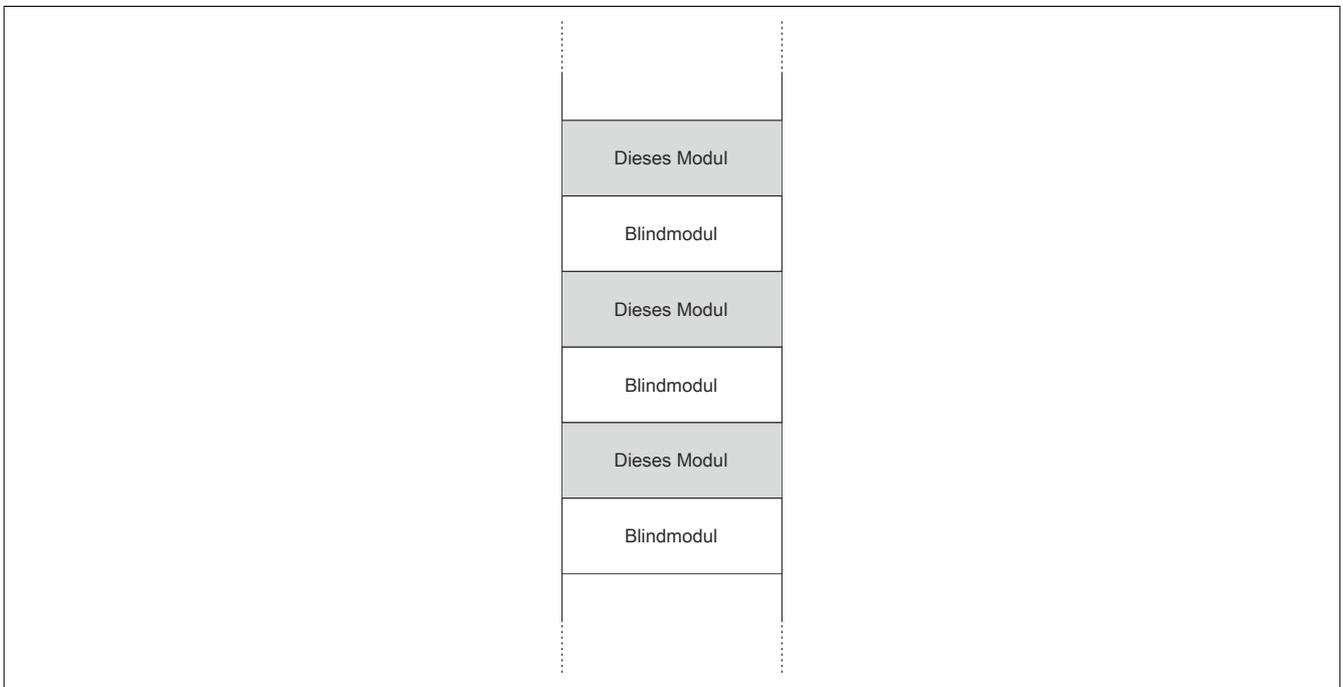
Betrieb eines DMS-Moduls

Bei senkrechter Einbaulage ist ab 40°C Umgebungstemperatur links vom DMS-Modul ein Blindmodul zu stecken.



Betrieb mehrerer DMS-Module nebeneinander

Wenn 2 oder mehr DMS-Module in einem Cluster senkrecht betrieben werden, ist die folgende Anordnung der Module zu beachten.



3.12 Registerbeschreibung

3.12.1 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 X20 System Anwenderhandbuch, Abschnitt "Zusätzliche Informationen - Allgemeine Datenpunkte" beschrieben.

3.12.2 Funktionsmodell 0 - Standard

Register	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
			Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
2	StatusInput01	USINT	•			
4	AnalogInput01	DINT	•			
16	ConfigOutput01	USINT			•	
18	ConfigCycletime01	UINT				•
32	AdcClkFreqShift01 ¹⁾	USINT				•

1) Ab Firmwareversion 8 / Upgrade 1.2.0.0

3.12.3 Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung

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 46).

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	USINT			•	
1603	ConfigCycletime01_MultiSample	USINT				•
Analogsignal - Kommunikation						
2	StatusInput01	USINT	•			
1534 + N * 4	AnalogInput0N (N = 1 bis 10)	INT	•			

3.12.4 Funktionsmodell 254 - Bus Controller

Im Funktionsmodell "254 - Bus Controller" verhält sich das Modul wie im "Funktionsmodell 0 - Standard", mit dem Unterschied, dass nicht zum X2X Link synchronisiert wird, selbst wenn im Register "ConfigOutput01" auf Seite 42 der Synchronmodus aktiviert ist. Stattdessen verhält sich das Modul so, wie wenn die eingestellte A/D-Wandler Zykluszeit kein Teiler oder Vielfaches der X2X Zykluszeit wäre und versucht die eingestellte A/D-Wandler Zykluszeit möglichst exakt einzuhalten.

Register	Offset ¹⁾	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
				Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Analogsignal - Konfiguration							
16	0	ConfigOutput01	USINT			•	
18	18	ConfigCycletime01	UINT				•
32	32	AdcClkFreqShift01	USINT				•
Analogsignal - Kommunikation							
2	4	StatusInput01	USINT	•			
4	0	AnalogInput01	DINT	•			

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

Register	Name	Datentyp	Lesen		Schreiben	
			Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
2	StatusInput01	USINT	•			
4	AnalogInput01	DINT	•			
16	ConfigOutput01	USINT			•	
18	ConfigCycletime01	UINT				•
32	AdcClkFreqShift01 ¹⁾	USINT				•

1) Ab Firmwareversion 8 / Upgrade 1.2.0.0

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

3.12.5.1 Modulstatus

Name:
StatusInput01

In diesem Register wird der aktuelle Status des Moduls abgebildet.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0	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 Fehler in I/O-Spannungsversorgung A/D-Wandler ist (noch) nicht konfiguriert
1	Leitungsüberwachung	0	Ok
		1	Drahtbruch
2	Nur gültig im Synchronmodus	0	A/D-Wandler läuft synchron zum X2X Link
		1	A/D-Wandler läuft nicht synchron zum X2X Link
3 - 7	Reserviert	-	

3.12.5.2 DMS-Wert

Name:

AnalogInput01

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 36).

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

3.12.5.3 A/D-Wandler-Konfiguration

Name:

ConfigOutput01

In diesem Register kann die Datenrate und der Messbereich des A/D-Wandler 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
7	Reserviert	111	32 mV/V
		0	(Muss 0 sein)

1) A/D-Wandler wird möglichst synchron zum X2X Link bedient; erst ab Firmwareversion 2

2) Ab Firmwareversion 4

3.12.5.3.1 Synchronmodus

Ab der Firmwareversion 2 kann der Analog/Digital-Wandler (A/D-Wandler) des Moduls synchron zum X2X Link bedient und ausgelesen werden. Durch Auswahl des entsprechenden Betriebsmodus im Register "ConfigOutput01" auf Seite 42 wird der Synchronmodus aktiviert. Dazu muss im Register "ConfigCycletime01" auf Seite 43 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 $\geq 1/4$ 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	
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.

3.12.5.4 A/D-Wandler-Zykluszeit

Name:

ConfigCycletime01

Dieses Register wird nur im **Synchronmodus** verwendet. Wird in der A/D-Wandler-Konfiguration 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 50 bis 2000 μs liegen

Datentyp	Werte
UINT	50 bis 2000

3.12.5.5 A/D-Wandler Taktfrequenzverschiebung

Name:

AdcClkFreqShift01

In seltenen Fällen kann es zu einer gegenseitigen Beeinflussung von DMS-Modulen an unmittelbar benachbarten Steckplätzen kommen. Diese Beeinflussung äußert sich in vorübergehenden, geringfügigen Messwertabweichungen. Diese kann nur auftreten, wenn die Sigma-Delta A/D-Wandler der benachbarten DMS-Module mit exakt derselben Taktfrequenz betrieben werden.

Meist differieren diese Taktfrequenzen aufgrund von Bauteilstreuung bereits ausreichend. Wo dies nicht der Fall ist, stellt das DMS-Modul mittels dieses Registers eine sichere Methode zur Verfügung wie eine Anwendung die gegenseitige Messwert-Beeinflussung ausschließen kann.

Datentyp	Werte
SINT	-128 bis 127

Mit Hilfe dieses Registers lässt sich die Taktfrequenz in Schritten von 200 ppm variieren. Einstellwerte von -50 bis 50 decken einen Bereich von -10000 ppm bis 10000 ppm ab. Das entspricht -1% bis 1%.

Werte außerhalb des Bereiches führen zur Aktivierung eines Default-Modus. Dabei wird die Frequenzverschiebung durch die Firmware des Moduls aus den letzten 2 Stellen der Seriennummer abgeleitet. Dieser Modus verkleinert den Programmieraufwand, setzt aber voraus, dass sich die Seriennummern benachbarter Module in den letzten beiden Stellen unterscheiden.

Registerwert	Frequenz Verschiebung in ppm	Beispiel einer Abtastrate ¹⁾
127	$((\text{SerienNr. modulo } 100) - 50) * (-200) \text{ ppm}$	Abhängig von Seriennummer
...
51	$((\text{SerienNr. modulo } 100) - 50) * (-200) \text{ ppm}$	Abhängig von Seriennummer
50	10000	505
49	9800	504,9
...
2	400	500,2
1	200	500,1
0	0	500
-1	-200	499,9
-2	-400	499,8
...
-50	-10000	495
-51	$((\text{SerienNr. modulo } 100) - 50) * (-200) \text{ ppm}$	Abhängig von Seriennummer
...
-128	$((\text{SerienNr. modulo } 100) - 50) * (-200) \text{ ppm}$	Abhängig von Seriennummer

1) Nominelle Abtastrate von 500 Abtastungen pro Sekunde

ACHTUNG:

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich ist, wird durch eine Verschiebung der A/D-Wandler-Taktfrequenz im gleichen Maße auch die A/D-Wandler-Abtastrate verschoben. Insbesondere in Anwendungen wo eine ganz bestimmte Abtastrate zur Unterdrückung vorhandener Störungen gewählt worden ist (z. B.: 50 Hz um das 50 Hz-Netzbrummen zu unterdrücken), kann eine zu großzügige Verschiebung der A/D-Wandler-Taktfrequenz die Störungsunterdrückung beeinträchtigen. Siehe dazu auch "[Filtercharakteristik des Sigma-Delta A/D-Wandlers](#)" auf Seite 36.

In solchen Fällen sollte die Möglichkeit der Frequenzverschiebung mittels I/O-Konfiguration bzw. ASIOACC-Bibliothek benutzt werden und nicht die Default-Frequenzverschiebung auf Basis der Seriennummer.

Eine Frequenzverschiebung nach folgendem Muster ist geeignet um eine gegenseitige Beeinflussung von Modulen zu verhindern und dabei die Filtercharakteristik nur unmerklich zu beeinflussen.

Steckplatz	1	2	3	4	5	6	...
A/D-Wandler Taktfrequenzverschiebung	0	2	-1	1	-2	0	...

Information:

- Im Synchron-Modus ist dieses Register wirkungslos, da die Firmware die A/D-Wandler-Taktfrequenz so regelt, dass der A/D-Wandlerzyklus synchron zum X2X Zyklus ist.
- Bei einem schreibenden Zugriff auf dieses Register mit Hilfe der Bibliothek ASIOACC wird von der Firmware nur das niederwertigste Byte des geschriebenen Wertes übernommen. (Z. B.: Der Wert 256 (=0x100) ist identisch zum Wert 0 (=0x00))

3.12.6 Register für "Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung"

3.12.6.1 Modulstatus

Name:

StatusInput01

In diesem Register wird der aktuelle Status des Moduls abgebildet.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0	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 - 7	Reserviert	-	

3.12.6.2 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).

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
15,4	22.000	14,6	12.000	13,8	7.000	12,8	4.000

Tabelle 11: 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
17,1	70.000	16,7	53.000	16,4	43.000	15,9	31.000

Tabelle 12: Effektive Auflösung des DMS-Wertes in Bits für den Messbereich 32 bis 256 mV/V

3.12.6.3 A/D-Wandler-Konfiguration

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
		011	2 mV/V
	Erweiterter Messbereich (Bit 2 = 1) ¹⁾	100	256 mV/V
		101	128 mV/V
		110	64 mV/V
		111	32 mV/V
	3 - 7	Reserviert	0 (Muss 0 sein)

- 1) Ab Firmware Version 4. Die Drahtbrückerkennung arbeitet beim Standardmessbereich (2 bis 16 mV/V) in allen einstellbaren Datenraten zuverlässig. Im erweiterten Messbereich (32 bis 256 mV/V) funktioniert die Drahtbrückerkennung (aufgrund der variablen Eingangsimpedanz des Verstärkers abhängig von der eingestellten Datenrate) nicht zuverlässig.

3.12.6.4 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

3.12.6.5 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 39).

Beispiel: A/D-Wandler Zykluszeit 50 µs

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

Beispiel: A/D-Wandler Zykluszeit 100 µs

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

3.12.7 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

3.12.8 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.

Es gibt hier keine Einschränkung bzw. keine einfache Abhängigkeit zur Buszykluszeit. Im Funktionsmodell "0 - Standard" ist die I/O-Updatezeit durch die Register "ConfigOutput01" auf Seite 42 und "ConfigCycletime01" auf Seite 43 festgelegt.

Je nach Einstellung im Register "ConfigCycletime01_MultiSample" auf Seite 46 beträgt die I/O-Updatezeit im "Funktionsmodell 1 - Mehrfachabtastung" 50 oder 100 μ s.