

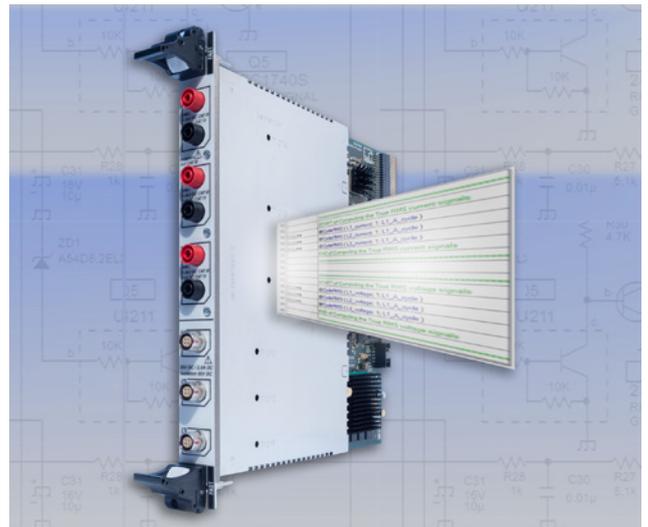
**DATENBLATT**

# GEN-Serie GN310B (GN311B)

## 3-Kanal-Eingangskarte für Leistungsmessungen $\pm 1500$ V DC CAT III und $\pm 2$ A

**CHARAKTERISTISCHE MERKMALE**

- Genauigkeit: Anzeige 0,015 %, Bereich 0,02 %
- 3 Leistungskanäle (U und I)
- 5 Spannungsbereiche bis  $\pm 1500$  V DC CAT III
- 7 Strombereiche bis  $\pm 2$  A
- 2 Digitalkanäle für Drehmoment und Drehzahl
- Echtzeitberechnungen von Effektivwert, P, S, Q,  $\lambda$ ,  $\eta$ ,  $\cos\varphi$ , THD,  $i_{\alpha}$ ,  $i_{\beta}$  und weiteren
- Leistungsberechnungen über volle Bandbreite
- Berechnungen der Grundswingungsleistung
- Anti-Aliasing-Schutz mit Phasentreue
- Echtzeitausgabe mit Latenzzeit von 1 ms
- Abtastrate 18 Bit bei 2 MS/s (200 kS/s)
- Triggern bei Echtzeitergebnissen

**Funktionen und Vorteile von GN310B/GN311B**

Die Eingangskarte für Leistungsmessungen GN310B bietet drei Leistungskanäle, jeder mit einem Spannungseingang und einem Stromeingang (oder Spannungseingang).

Die Spannungseingänge umfassen fünf Bereiche von  $\pm 50$  V bis  $\pm 1500$  V und ermöglichen so eine genaue Skalierung der Eingänge passend zum Signalpegel, um eine möglichst geringe Messunsicherheit zu erzielen. Die Isolation des Spannungseingangs wird mit bis zu 7,4 kV eff geprüft und unterstützt sichere Messungen bis 1000 V eff CAT IV und 1500 V DC CAT III.

Die Stromeingänge umfassen sieben Bereiche von  $\pm 75$  mA bis  $\pm 2$  A und arbeiten mit internen Bürdenwiderständen, damit alle marktgängigen Nullfluss-Stromwandler unterstützt werden können. Für den Anschluss von Stromzangen oder Rogowskispulen können alle Stromeingänge auf „Spannungsmodus“ umgeschaltet werden. Zur Vermeidung von Stromschleifen sind die Stromeingänge bis 60 V galvanisch getrennt.

Leistungsmessungen über die volle Bandbreite ermöglichen Berechnungen des optimalen Wirkungsgrads, wobei die optionalen speziellen mehrstufigen digitalen Bessel-/Butterworth- oder elliptischen Anti-Aliasing-Filter 11. oder 12. Ordnung exzellente Phasentreue, minimales Rauschen und von Alias-Effekten freie Ergebnisse in Umgebungen mit hoher Rauschbelastung garantieren.

Die vier Timer/Zähler und der Drehmoment-/Drehzahl-Adapter G070A ermöglichen eine direkte Schnittstelle zu Drehmomentaufnehmern von HBM oder zu anderen Drehmoment- und Drehzahlsensoren.

Die Echtzeit-Formeldatenbank bietet vor- oder benutzerdefinierte Auswertungen. Leistungsberechnungen wie Effektivwert, P, Q, S,  $\cos\varphi$ ,  $\lambda$ , oder  $\eta$  stehen sowohl für Breitbandsignale oder nur für die Grundswingung sofort zur Verfügung. Erweiterte Formeln ermöglichen Echtzeit-Transformationen, um  $\alpha$ - und  $\beta$ -Raumzeiger oder die d- und q-Ströme eines elektrischen Antriebssystems zu ermitteln. Alle Ergebnisse können mit der GEN DAQ API und den optionalen CAN-FD- oder EtherCAT®-Schnittstellen (Latenzzeit 1 ms) des Grundgeräts in Echtzeit an ein Automatisierungssystem übertragen werden.

Die Fähigkeiten im Überblick		
Modell	GN310B	GN311B
Maximale Abtastrate pro Kanal	2 MS/s	200 kS/s
Speicher pro Datenerfassungskarte	2 GB	
Analogkanäle	6	
Anti-Aliasing-Filter	Analoges AA-Filter mit fester Bandbreite, kombiniert mit digitalem, auf die Abtastrate nachgeführten AA-Filter	
Auflösung des A/D-Wandlers	18 Bit	
Isolation	Kanal gegen Kanal und Kanal gegen Gehäuse	
Eingangstyp	Hochspannung: analog, isoliert symmetrisch differenziell Strom / Niederspannung: analog, isoliert unsymmetrisch differenziell	
Passive Spannungs-/Stromzangen	Spannungskanäle unterstützen nur passende Spezial-Stromzangen Stromkanäle im Spannungsmodus unterstützen Stromzangen	
Aufnehmer und Sensoren	Stromkanäle im Strommodus unterstützen Stromwandler	
TEDS	Nicht unterstützt	
Rechenfunktionen mit Echtzeit-Formeldatenbank (Option)	Umfangreiche Auswahl an benutzerprogrammierbaren Mathematik-Routinen mit Triggerung durch berechnete Ergebnisse	
Digitalereignis/Timer/Zähler	16 Digitalereignis- und 4 Timer-/Zähler-Kanäle	
Standard-Datenstreaming (CPCI bis zu 200 MB/s)	Nicht unterstützt	
Schnelles Datenstreaming (PCIe bis zu 1 GB/s)	Unterstützt	
Steckplatzbreite	1	

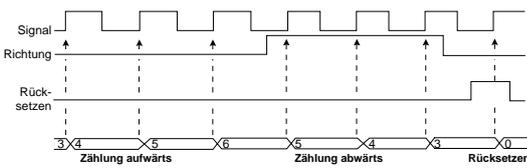
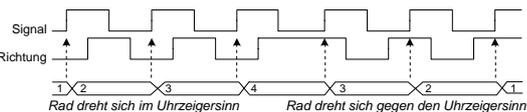
Grundgerät-Unterstützung						
	GEN2tB	GEN4tB	GEN7tA/GEN7tB	GEN7tA/GEN7tB	GEN3iA	GEN7iA/GEN7iB
GN310B/GN311B	Ja					
GEN DAQ-API	Ja				Ja <sup>(1)</sup>	
EtherCAT®	Nein	Ja			Nein	
CAN/CAN FD	Ja				Nein	

(1) Perception beenden, um Zugriff auf GEN DAQ API zu ermöglichen.

## Unterstützte Analogensensoren und Tastköpfe

Messverstärker-Modus	Unterstützte Analogensensoren und Tastköpfe	Merkmale, Verkabelung und Zubehör
Leistungsmessung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromwandler</li> <li>• Stromzangen</li> <li>• Elektrische Spannungen, einseitig geerdet und differenziell</li> <li>• Aktive, einseitig geerdete Spannungssonden</li> <li>• Aktive Differenzspannungssonden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Leistungskanäle (Spannung und Strom)</li> <li>• Spannungseingang: <math>\pm 50 \text{ V}</math> bis <math>\pm 1500 \text{ V}</math></li> <li>• Gleichstromeingang für: <math>\pm 75 \text{ mA}</math> bis <math>\pm 2,0 \text{ A}</math></li> <li>• Spannung als Stromeingang: <math>\pm 50 \text{ mV}</math> bis <math>\pm 20 \text{ V}</math></li> <li>• Zertifizierter Tastkopf für <math>5 \text{ kV}</math> eff</li> <li>• Stromzangen</li> </ul>

## Unterstützte digitale Sensoren (TTL-Eingangsspegel)

Eingangstyp Timer/Zähler	Unterstützte digitale Sensoren	Merkmale
 <p><b>Abbildung 1: Uni- und bidirektionales Taktsignal</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehmomentaufnahme von HBM</li> <li>• Drehmomentsensoren</li> <li>• Drehzahlsensoren</li> <li>• Positionssensoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Winkelmessung</li> <li>• Frequenz-/Drehzahlmessung</li> <li>• Zählung/Positionsmessung</li> <li>• Zählfrequenz bis <math>5 \text{ MHz}</math></li> <li>• Digitale Filterung von Eingangssignalen</li> <li>• Mehrere Rücksetzoptionen</li> <li>• RT-FDB kann basierend auf der Winkelmessung einen Berechnungskanal für Frequenz/Drehzahl hinzufügen</li> </ul>
 <p><b>Abbildung 2: ABZ-Inkrementalgeber (Quadratur)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehmomentaufnahme von HBM</li> <li>• Drehmomentsensoren</li> <li>• Drehzahlsensoren</li> <li>• Positionssensoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Winkelmessung</li> <li>• Frequenz-/Drehzahlmessung</li> <li>• Zählung/Positionsmessung</li> <li>• Zählfrequenz bis <math>2 \text{ MHz}</math></li> <li>• Digitale Filterung von Eingangssignalen</li> <li>• Zählen mit Einfach-, Zweifach- und Vierfach-Präzision</li> <li>• Nachführung an Übergängen, um Drift der Zählung zu vermeiden</li> <li>• Mehrere Rücksetzoptionen</li> <li>• RT-FDB kann basierend auf der Winkelmessung einen Berechnungskanal für Frequenz/Drehzahl hinzufügen</li> </ul>

Blockschaltbild

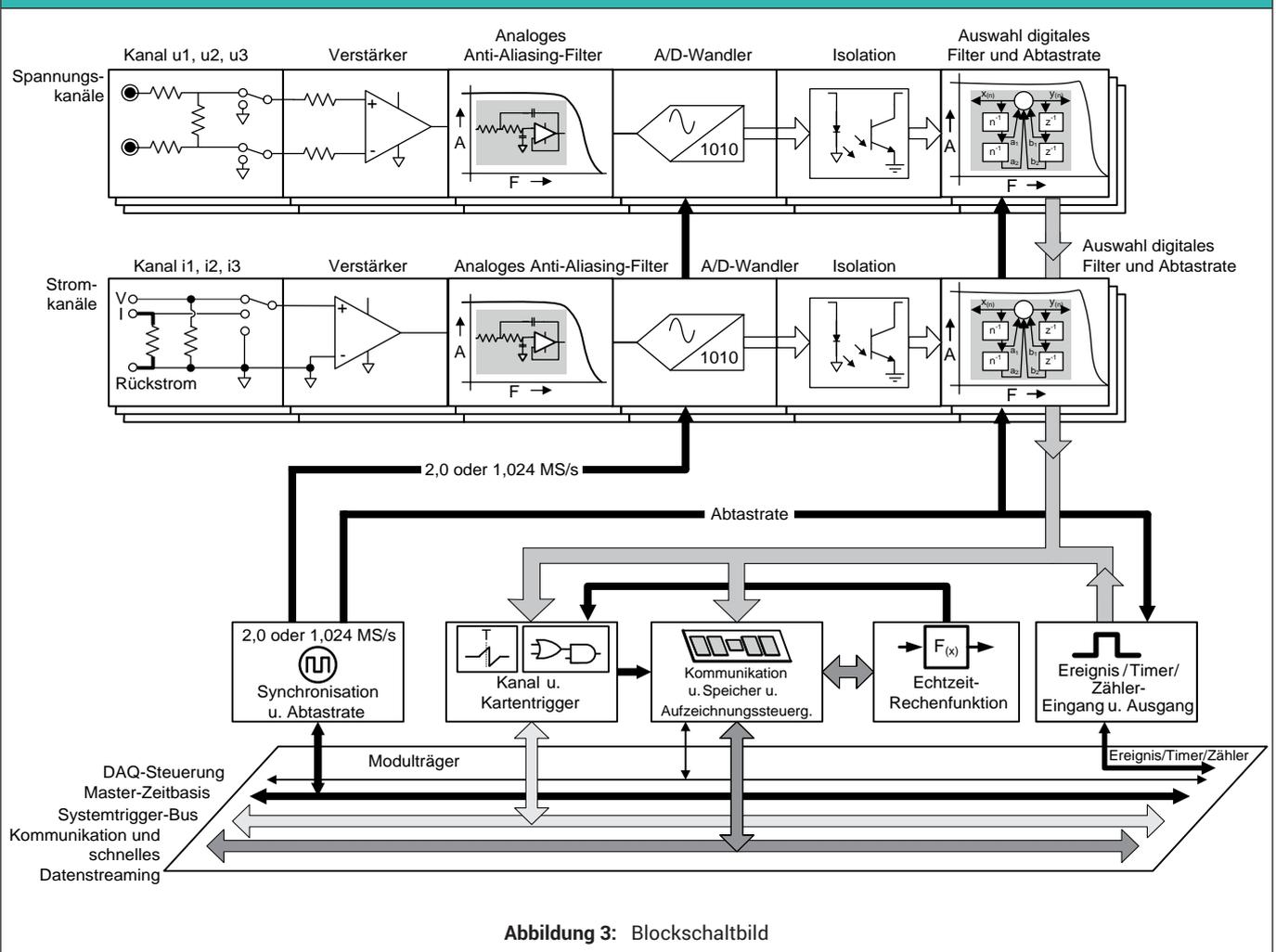


Abbildung 3: Blockschaltbild

**Technische Daten und Messunsicherheit**

Die technischen Daten werden bei einer Umgebungstemperatur von 23 °C ermittelt. Um Verbesserungen hinsichtlich der Messunsicherheit zu erreichen, könnte das System bei einer bestimmten Umgebungstemperatur neu justiert werden, um die Auswirkungen der Temperaturdrift zu minimieren.

Die von einem Analogverstärker ausgehende Fehlerquelle folgt der Kurve  $= ax + b$ .

- a** % des Anzeigewertfehlers; er entspricht dem Fehler, der aufgrund des Anstiegs der Eingangsspannung linear ansteigt, und wird oft als Verstärkungsfehler bezeichnet.
  - b** % des Bereichsfehlers; er entspricht dem Fehler beim Messen von 0 V und wird oft als Offsetfehler bezeichnet.
- Im Hinblick auf die Messunsicherheit können diese Fehler als unabhängige Fehlerquellen betrachtet werden.

Rauschen ist keine eigenständige Fehlerquelle außerhalb der Standardwerte der technischen Daten. Die Daten für Rauschen werden gesondert hinzuaddiert, falls eine dynamische Genauigkeit auf der Ebene des einzelnen Samples erforderlich ist. Der Effektivwert des Rauschfehlers wird nur bei der auf das einzelne Sample bezogenen Messunsicherheit addiert. Bei der Genauigkeit der Leistung beispielsweise ist der Effektivwert des Rauschfehlers bereits in den Daten für die Leistung enthalten.

Bei den Grenzwerten für „in Ordnung/nicht in Ordnung“ handelt es sich um Daten mit einer Rechteckverteilung, die Messunsicherheit ist daher gleich  $0,58 \cdot$  der Wert gemäß den Angaben in den technischen Daten.

**Hinzufügen/Entfernen oder Auswechseln von Datenerfassungskarten**

Die hier aufgeführten technischen Daten gelten für Datenerfassungskarten, die im gleichen Grundgerät, der gleichen Grundgerätekonfiguration und den gleichen Steckplätzen kalibriert und verwendet werden wie zum Zeitpunkt der ursprünglichen Kalibrierung. Wenn Karten hinzugefügt, entfernt oder an einen anderen Platz versetzt werden, ändern sich die Wärmeverhältnisse, unter denen die Karte betrieben wird, was zu zusätzlichen Fehlern durch thermische Drift führt. Der erwartete maximale Fehler kann bis zum Zweifachen des in den technischen Daten für Anzeigewert und Messbereich angegebenen Fehlers betragen und entspricht einer um 10 dB verringerten Gleichaktunterdrückung. Eine Neukalibrierung nach Konfigurationsänderungen wird deshalb nachdrücklich empfohlen.

## Breitband-Grenzwerte für „in Ordnung/nicht in Ordnung“ bei Leistungsmessungen

Shunt-Widerstand 0,33  $\Omega$ :  $\pm 75$  mA,  $\pm 150$  mA,  $\pm 300$  mA,  $\pm 0,6$  A und  $\pm 1,2$  A

	DC	1 Hz < f $\leq 25$ kHz	25 kHz < f $\leq 100$ kHz	100 kHz < f $\leq 200$ kHz	200 kHz < f $\leq 500$ kHz
Fehler des Anzeigewerts DC und alle Leistungsfaktoren	0,015 % <sup>(1)</sup>	0,015 % + 0,04 (f/kHz) %	1,015 %	0,015 % + 0,01 (f/kHz) %	2,015 % + 0,04 (f/kHz - 200 kHz) %
Bereichsfehler, DC	0,02 % + 2,5 mW <sup>(2)</sup>	–	–	–	–
Bereichsfehler 0,5 < Leistungsfaktor $\leq 1$	–	0,02 %	0,02 %	0,02 %	0,02 %
Bereichsfehler 0,01 $\leq$ Leistungsfaktor $\leq 0,5$	–	0,04 %	0,04 %	0,04 %	0,04 %

Shunt-Widerstand 0,1  $\Omega$ :  $\pm 1,0$  A und  $\pm 2,0$  A

	DC	1 Hz < f $\leq 25$ kHz	25 kHz < f $\leq 100$ kHz	100 kHz < f $\leq 200$ kHz	200 kHz < f $\leq 500$ kHz
Fehler des Anzeigewerts DC und alle Leistungsfaktoren	0,02 %	0,02 + 0,04 (f/kHz) %	1,02 %	0,02 + 0,01 (f/kHz) %	2,02 % + 0,04 (f/kHz - 200 kHz) %
Bereichsfehler, DC	0,04 % + 2,5 mW	–	–	–	–
Bereichsfehler 0,5 < Leistungsfaktor $\leq 1$	–	0,04 %	0,04 %	0,04 %	0,04 %

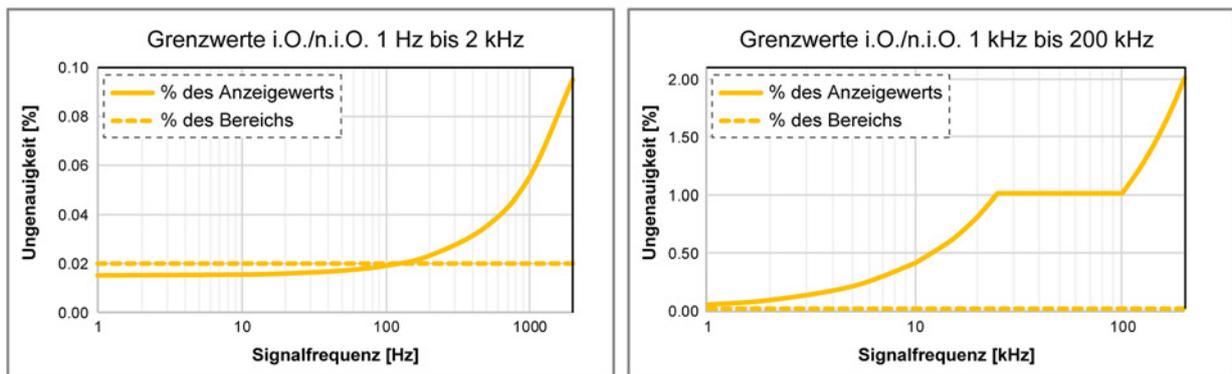


Abbildung 4: Grenzwerte für „in Ordnung/nicht in Ordnung“ bei Leistungsmessungen (Shunt-Widerstand 0,33  $\Omega$ ), Breitband und  $0,5 \leq$  Leistungsfaktor  $\leq 1$

- (1) Für den Bereich  $\pm 75$  mA beträgt der DC-Anzeigefehler 0,02 %  
 (2) Für den Bereich  $\pm 75$  mA beträgt der DC-Bereichsfehler 0,04 % + 2,5 mW

### Beispiele für Messunsicherheit bei Leistungsmessungen

Für die DC-Leistung ist der Leistungsbereich definiert von 0 W bis zur maximalen DC-Spannung \* DC-Strom.  
Für die Effektivwert-Leistung wäre nur dann, wenn die Sinuswellen von Spannung und Strom ohne harmonische Verzerrung verwendet werden, die maximale eff-Leistung 0 bis (max. DC-Spannung /  $\sqrt{2}$ ) \* (max. DC-Strom /  $\sqrt{2}$ ). Bei Anwendungen unter realen Bedingungen weisen diese Signale allerdings große Verzerrungen auf, daher ist die maximale eff-Leistung schwieriger zu definieren.

Grundlage aller technischen Daten sowohl für DC- als auch eff-Leistung ist daher der für DC-Signale berechnete Leistungsbereich. Dies ermöglicht konsistente Spezifikationen, insbesondere dann, wenn im selben zu messenden Leistungssignal sowohl DC- als auch eff-Komponenten vorhanden sind.

Da es sich bei der Leistungskalibrierung um die Kalibrierung einer Messkette handelt, können die einzelnen Spezifikationen für Spannung und Strom im Hinblick auf die Messunsicherheit der Leistungsmessungen außer Acht gelassen werden.

Vergleich desselben Anzeigewerts in zwei verschiedenen Leistungsbereichen		Leistungsbereich	
		600 W	1200 W
<b>400 W DC</b>			
Fehler des Anzeigewerts	$0,58 * 0,015 \% \text{ des Anzeigewerts}$	34,8 mW	34,8 mW
Bereichsfehler	$0,58 * (0,02 \% \text{ des Bereichs} + 2,5 \text{ mW})$	71,05 mW	140,65 mW
Gesamtfehler	$\sqrt{\text{Anzeigewert\_Fehler}^2 + \text{Bereich\_Fehler}^2}$	79,11 mW	144,89 mW
Wert der Messunsicherheit (k=1)	Gesamtfehler / Anzeigewert * 100 %	<b>0,0198 %</b>	<b>0,0362 %</b>
<b>250 W eff bei 10 kHz und Leistungsfaktor 1</b>		<b>600 W</b>	<b>1200 W</b>
Fehler des Anzeigewerts	$0,58 * (0,015 + (0,04 * \text{kHz})) \% \text{ des Anzeigewerts}$	602 mW	602 mW
Bereichsfehler	$0,58 * 0,02 \% \text{ des Bereichs}$	69,6 mW	139,2 mW
Gesamtfehler	$\sqrt{\text{Anzeigewert\_Fehler}^2 + \text{Bereich\_Fehler}^2}$	606,0 mW	617,9 mW
Wert der Messunsicherheit (k=1)	Gesamtfehler / Anzeigewert * 100 %	<b>0,242 %</b>	<b>0,247 %</b>

## Übersicht der i.O./n.i.O.-Grenzwerte: Shunt-Widerstand 0,33 Ω

(Breitband und  $0,5 < \text{Leistungsfaktor} \leq 1$ ).

Alle Werte werden mit den in den technischen Daten angegebenen Breitband-Grenzwerten für „in Ordnung/nicht in Ordnung“ berechnet. Der aufgeführte Wert entspricht der maximalen Ungenauigkeit, die am Ende des Frequenzbands auftreten kann.

Um genauere Werte zu erhalten, nach den Berechnungshinweisen in der Tabelle vorgehen, wie in den Breitband-Grenzwerten für „in Ordnung/nicht in Ordnung“ aufgeführt.

Leistungsbereiche			Signalfrequenz (f)							
Spannung	Strom	Spannungsversorgung	DC	1 Hz < f ≤ 100 Hz	0,1 kHz < f ≤ 1 kHz	1 kHz < f ≤ 10 kHz	10 kHz < f ≤ 100 kHz	100 kHz < f ≤ 200 kHz	200 kHz < f ≤ 500 kHz	
± 1500 V DC [1060 V eff]	± 1,2 A DC [0,84 A eff]	1800 W	0,015 % 0,020 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,6 A [0,42 A eff]	900 W	0,015 % 0,020 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,3 A [0,21 A eff]	450 W	0,015 % 0,021 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,15 A [0,10 A eff]	225 W	0,015 % 0,021 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,075 A [0,05 A eff]	112,5 W	0,020 % 0,041 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
± 1000 V DC [700 V eff]	± 1,2 A DC [0,84 A eff]	1200 W	0,015 % 0,020 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,6 A [0,42 A eff]	600 W	0,015 % 0,020 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,3 A [0,21 A eff]	300 W	0,015 % 0,021 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,15 A [0,10 A eff]	150 W	0,015 % 0,022 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,075 A [0,05 A eff]	75 W	0,020 % 0,043 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
± 500 V DC [350 V eff]	± 1,2 A DC [0,84 A eff]	600 W	0,015 % 0,020 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,6 A [0,42 A eff]	300 W	0,015 % 0,021 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,3 A [0,21 A eff]	150 W	0,015 % 0,022 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,15 A [0,10 A eff]	75 W	0,015 % 0,023 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,075 A [0,05 A eff]	37,5 W	0,020 % 0,047 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
± 100 V DC [70 V eff]	± 1,2 A DC [0,84 A eff]	120 W	0,015 % 0,022 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,6 A [0,42 A eff]	60 W	0,015 % 0,024 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,3 A [0,21 A eff]	30 W	0,015 % 0,028 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,15 A [0,10 A eff]	15 W	0,015 % 0,037 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,075 A [0,05 A eff]	7,5 W	0,020 % 0,073 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
± 50 V DC [35 V eff]	± 1,2 A DC [0,84 A eff]	60 W	0,015 % 0,024 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,6 A [0,42 A eff]	30 W	0,015 % 0,028 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,3 A [0,21 A eff]	15 W	0,015 % 0,037 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,15 A [0,10 A eff]	7,5 W	0,015 % 0,053 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich
	± 0,075 A [0,05 A eff]	3,75 W	0,020 % 0,107 %	0,019 % 0,020 %	0,055 % 0,020 %	0,415 % 0,020 %	1,015 % 0,020 %	2,015 % 0,020 %	14,015 % 0,020 %	Anzeige Bereich

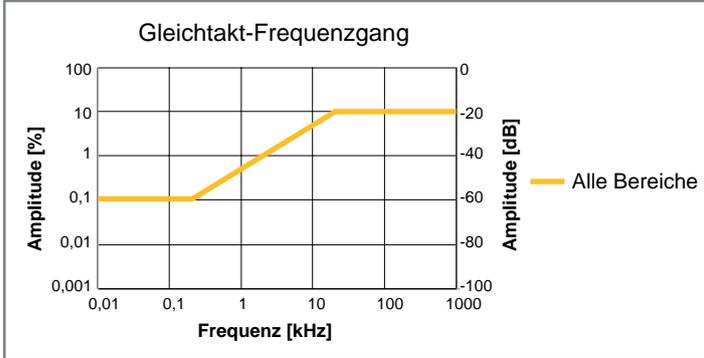
Übersicht der i.O./n.i.O.-Grenzwerte: Shunt-Widerstand 0,1  $\Omega$ 

(Breitband und  $0,5 < \text{Leistungsfaktor} \leq 1$ ).

Alle Werte werden mit den in den technischen Daten angegebenen Breitband-Grenzwerten für „in Ordnung/nicht in Ordnung“ berechnet. Der aufgeführte Wert entspricht der maximalen Ungenauigkeit, die am Ende des Frequenzbands auftreten kann.

Um genauere Werte zu erhalten, nach den Berechnungshinweisen in der Tabelle vorgehen, wie in den Breitband-Grenzwerten für „in Ordnung/nicht in Ordnung“ aufgeführt.

Leistungsbereiche			Signalfrequenz (f)							
Spannung	Strom	Spannungsversorgung	DC	1 Hz < f ≤ 100 Hz	0,1 kHz < f ≤ 1 kHz	1 kHz < f ≤ 10 kHz	10 kHz < f ≤ 100 kHz	100 kHz < f ≤ 200 kHz	200 kHz < f ≤ 500 kHz	
± 1500 V DC [1060 V eff]	± 2,0 A [1,40 A eff]	3000 W	0,020 % 0,040 %	0,020 % 0,040 %	0,060 % 0,040 %	0,420 % 0,040 %	1,020 % 0,040 %	2,020 % 0,040 %	14,020 % 0,040 %	Anzeige Bereich
	± 1,0 A [0,70 A eff]	1500 W	0,020 % 0,040 %	0,020 % 0,040 %	0,060 % 0,040 %	0,420 % 0,040 %	1,020 % 0,040 %	2,020 % 0,040 %	14,020 % 0,040 %	Anzeige Bereich
± 1000 V DC [700 V eff]	± 2,0 A [1,40 A eff]	2000 W	0,020 % 0,040 %	0,020 % 0,040 %	0,060 % 0,040 %	0,420 % 0,040 %	1,020 % 0,040 %	2,020 % 0,040 %	14,020 % 0,040 %	Anzeige Bereich
	± 1,0 A [0,70 A eff]	1000 W	0,020 % 0,040 %	0,020 % 0,040 %	0,060 % 0,040 %	0,420 % 0,040 %	1,020 % 0,040 %	2,020 % 0,040 %	14,020 % 0,040 %	Anzeige Bereich
± 500 V DC [350 V eff]	± 2,0 A [1,40 A eff]	1000 W	0,020 % 0,040 %	0,020 % 0,040 %	0,060 % 0,040 %	0,420 % 0,040 %	1,020 % 0,040 %	2,020 % 0,040 %	14,020 % 0,040 %	Anzeige Bereich
	± 1,0 A [0,70 A eff]	500 W	0,020 % 0,041 %	0,020 % 0,040 %	0,060 % 0,040 %	0,420 % 0,040 %	1,020 % 0,040 %	2,020 % 0,040 %	14,020 % 0,040 %	Anzeige Bereich
± 100 V DC [70 V eff]	± 2,0 A [1,40 A eff]	200 W	0,020 % 0,041 %	0,020 % 0,040 %	0,060 % 0,040 %	0,420 % 0,040 %	1,020 % 0,040 %	2,020 % 0,040 %	14,020 % 0,040 %	Anzeige Bereich
	± 1,0 A [0,70 A eff]	100 W	0,020 % 0,043 %	0,020 % 0,040 %	0,060 % 0,040 %	0,420 % 0,040 %	1,020 % 0,040 %	2,020 % 0,040 %	14,020 % 0,040 %	Anzeige Bereich
± 50 V DC [35 V eff]	± 2,0 A [1,40 A eff]	100 W	0,020 % 0,043 %	0,020 % 0,040 %	0,060 % 0,040 %	0,420 % 0,040 %	1,020 % 0,040 %	2,020 % 0,040 %	14,020 % 0,040 %	Anzeige Bereich
	± 1,0 A [0,70 A eff]	50 W	0,020 % 0,045 %	0,020 % 0,040 %	0,060 % 0,040 %	0,420 % 0,040 %	1,020 % 0,040 %	2,020 % 0,040 %	14,020 % 0,040 %	Anzeige Bereich

Spannungskanäle	
Kanäle	3 für Hochspannung
Anschlüsse	Vollständig isolierte 4-mm-Bananenstecker (Kunststoff), 2 pro Kanal (rot und schwarz)
Eingangstyp	Analog, isoliert, symmetrisch differenziell
Eingangsimpedanz	5 M $\Omega$ $\pm$ 1 % // 4 pF $\pm$ 20 %
Eingangsbeschaltungsarten	DC, GND
Bereiche	$\pm$ 50 V, $\pm$ 100 V, $\pm$ 500 V, $\pm$ 1000 V und $\pm$ 1500 V
Offset	$\pm$ 50 % in 1000 Schritten (0,1 %) Bereich $\pm$ 1000 V, Offset $\pm$ 25 % Bereich $\pm$ 1500 V hat einen festen Offset von 0 %
CAT-Bemessungsdaten	
Differenzieller Eingang	1500 V DC CAT III, 1000 V CAT IV
Eingang gegen Gehäuse	1000 V CAT III, 600 V CAT IV
Gleichtakt (bezogen auf Systemmasse)	
Gleichtaktunterdrückung (CMR)	> 60 dB bei 80 Hz (typischer Wert 80 dB)
Maximale Gleichtaktspannung	1000 V eff
 <p>The diagram is a log-log plot titled 'Gleichtakt-Frequenzgang'. The x-axis is 'Frequenz [kHz]' ranging from 0,01 to 1000. The left y-axis is 'Amplitude [%]' ranging from 0,001 to 100. The right y-axis is 'Amplitude [dB]' ranging from -100 to 0. A yellow line represents the response for 'Alle Bereiche'. It starts at 0,1% amplitude (approx. -60 dB) from 0,01 kHz to 0,1 kHz. Between 0,1 kHz and 10 kHz, the amplitude increases linearly on the log-log scale, reaching 10% amplitude (approx. -20 dB) at 10 kHz. From 10 kHz to 1000 kHz, the amplitude remains constant at 10% (approx. -20 dB).</p>	
<b>Abbildung 5:</b> Gleichtakt-Frequenzgang (Spannungskanäle)	
Zerstörungsfreie differenzielle Eingangsspannung, max.	2000 V eff
Erholzeit nach Überlast	Wiederherstellung einer Genauigkeit von 0,1 % nach 200 % Überlast in weniger als 5 $\mu$ s

**Spannungsdaten (Breitband) – DC**

	i.O./n.i.O.-Grenzwerte
DC-Anzeigefehler	0,01 % des Anzeigewerts
DC-Bereichsfehler	0,01 % des Bereichs ± 10 mV
Drift des DC-Anzeigefehlers	± 25,0 ppm/°C (± 14 ppm/°F)
Drift des DC-Bereichsfehlers	± 30,0 ppm/°C (± 17 ppm/°F)
Rauschen, Effektivwert (Abschluss mit 50 Ω)	0,005 % des Bereichs ± 10 mV

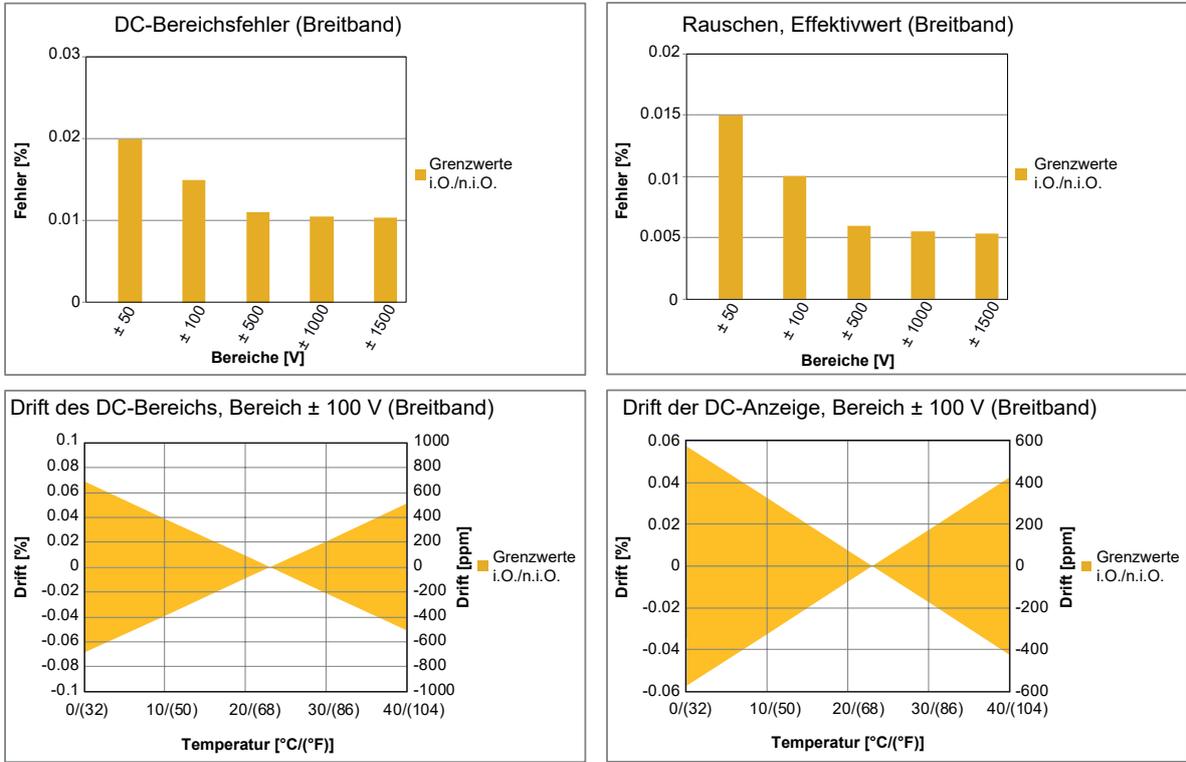


Abbildung 6: Spannungsdaten Breitband

**Spannungsdaten (Breitband) – AC**

Alle Werte werden mit der in den technischen Daten angegebenen Ungenauigkeit für Spannungskanäle berechnet. Der aufgeführte Wert entspricht der maximalen Ungenauigkeit, die am Ende des Frequenzbands auftreten kann. Um genauere Werte zu erhalten, nach den Berechnungshinweisen in der Tabelle mit den technischen Daten für die Ungenauigkeit bei Spannungskanälen vorgehen.

Spannungsbereich	Signalfrequenz (f)						
	1 Hz < f ≤ 100 Hz	100 Hz < f ≤ 1 kHz	1 kHz < f ≤ 20 kHz	20 kHz < f ≤ 100 kHz	100 kHz < f ≤ 200 kHz	200 kHz < f ≤ 500 kHz	
Alle Bereiche (± 50 V, ± 100 V, ± 500 V, ± 1000 V, ± 1500 V)	0,010 %	0,025 %	max. 0,806 %; (0,025 + 0,6*log(fkHz)) %	max. 1,225 %; (0,025 + 0,6*log(fkHz)) %	max. 3,225 %; (0,020*(fkHz) - 0,775) %	max. 9,225 %; (0,020*(fkHz) - 0,775) %	Anzeige
	0,010 %	0,010 %	0,010 %	0,010 %	0,010 %	0,010 %	Bereich

## Spannungsdaten (bei Verwendung aller Filter) – DC

	i.O./n.i.O.-Grenzwerte
DC-Anzeigefehler	0,01 % des Anzeigewerts
DC-Bereichsfehler	0,01 % des Bereichs $\pm 1$ mV
Drift des DC-Anzeigefehlers	$\pm 20,0$ ppm/ $^{\circ}$ C ( $\pm 11$ ppm/ $^{\circ}$ F)
Drift des DC-Bereichsfehlers	$\pm 40,0$ ppm/ $^{\circ}$ C ( $\pm 22$ ppm/ $^{\circ}$ F)
Rauschen, Effektivwert (Abschluss mit 50 $\Omega$ )	0,008 % des Bereichs $\pm 5$ mV

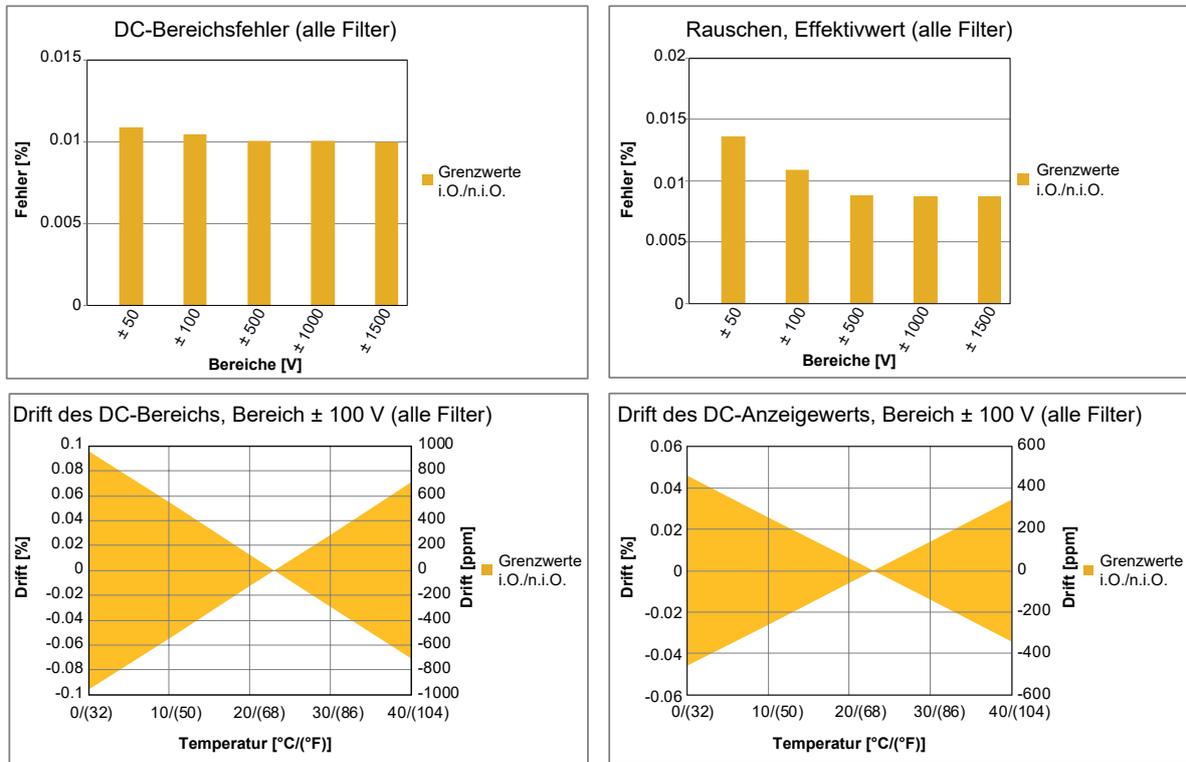


Abbildung 7: Spannungsdaten bei Verwendung aller Filter

Stromkanäle: Strommodus	
Kanäle	3 für Strom
Anschlüsse	LEMO-Stecker, 1 pro Kanal
Eingangstyp	Analog, isoliert asymmetrisch differenziell
Eingangsimpedanz	< 0,6 $\Omega$ (Shunt-Widerstand plus Schutz)
Eingangsbeschaltungsarten	DC, GND (Strompfad bleibt geschlossen)
Bereiche	$\pm 0,075$ A, $\pm 0,15$ A, $\pm 0,3$ A, $\pm 0,6$ A, $\pm 1,0$ A, $\pm 1,2$ A, $\pm 2,0$ A
Offset	0 % Offset (keine Offset-Korrektur)
Integrierte Shunt-Widerstände	0,33 $\Omega$ , 5 ppm/°C ( $\pm 0,075$ A, $\pm 0,15$ A, $\pm 0,3$ A, $\pm 0,6$ A, $\pm 1,2$ A) 0,1 $\Omega$ , 20 ppm/°C ( $\pm 1,0$ A, $\pm 2,0$ A)
Gleichtakt (bezogen auf Systemmasse)	
Gleichtaktunterdrückung (CMR)	< 10 $\mu$ A/V bei 80 Hz
Maximale Gleichtaktspannung	30 V eff
<p>The graph shows the common-mode rejection ratio (CMR) in mAV versus frequency in kHz. The x-axis is logarithmic from 0,01 to 1000 kHz. The y-axis is logarithmic from 0,001 to 100 mAV. A yellow line labeled 'Alle Bereiche' starts at 0,01 mAV for 0,01 kHz and increases linearly to 100 mAV at 1000 kHz.</p>	
<b>Abbildung 8:</b> Gleichtakt-Frequenzgang (Stromkanäle: Strommodus)	
Zerstörungsfreie Stromstärke, max.	$\pm 2,5$ A DC Intern geschützt mit rücksetzbaren PTC-Sicherungen. <b>Hinweis:</b> PTC-Sicherungen (für englisch „Polymeric positive Temperature Coefficient“) sind selbstrückstellende Sicherungen, die eine Abkühlzeit benötigen, bis der vorgegebene Wert für die Eingangsimpedanz wieder eingehalten wird.
Isolationsspannung	60 V DC

## Stromkanäle: Technische Daten des Strommodus (Breitband) – DC

	i.O./n.i.O.-Grenzwerte
DC-Anzeigefehler	0,05 % des Anzeigewerts
DC-Bereichsfehler	0,005 % des Bereichs $\pm 200 \mu\text{A}$
Drift des DC-Anzeigefehlers	Shunt-Widerstand $0,33 \Omega$ : $\pm 25 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ ( $\pm 14 \text{ ppm}/^\circ\text{F}$ ) Shunt-Widerstand $0,1 \Omega$ : $\pm 110 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ ( $\pm 61 \text{ ppm}/^\circ\text{F}$ )
Drift des DC-Bereichsfehlers	$\pm (20 \text{ ppm} + 15 \mu\text{A})/^\circ\text{C}$ ( $\pm (11 \text{ ppm} + 8 \mu\text{A})/^\circ\text{F}$ )
Rauschen, Effektivwert (Abschluss mit $50 \Omega$ )	0,007 % des Bereichs $\pm 100 \mu\text{A}$

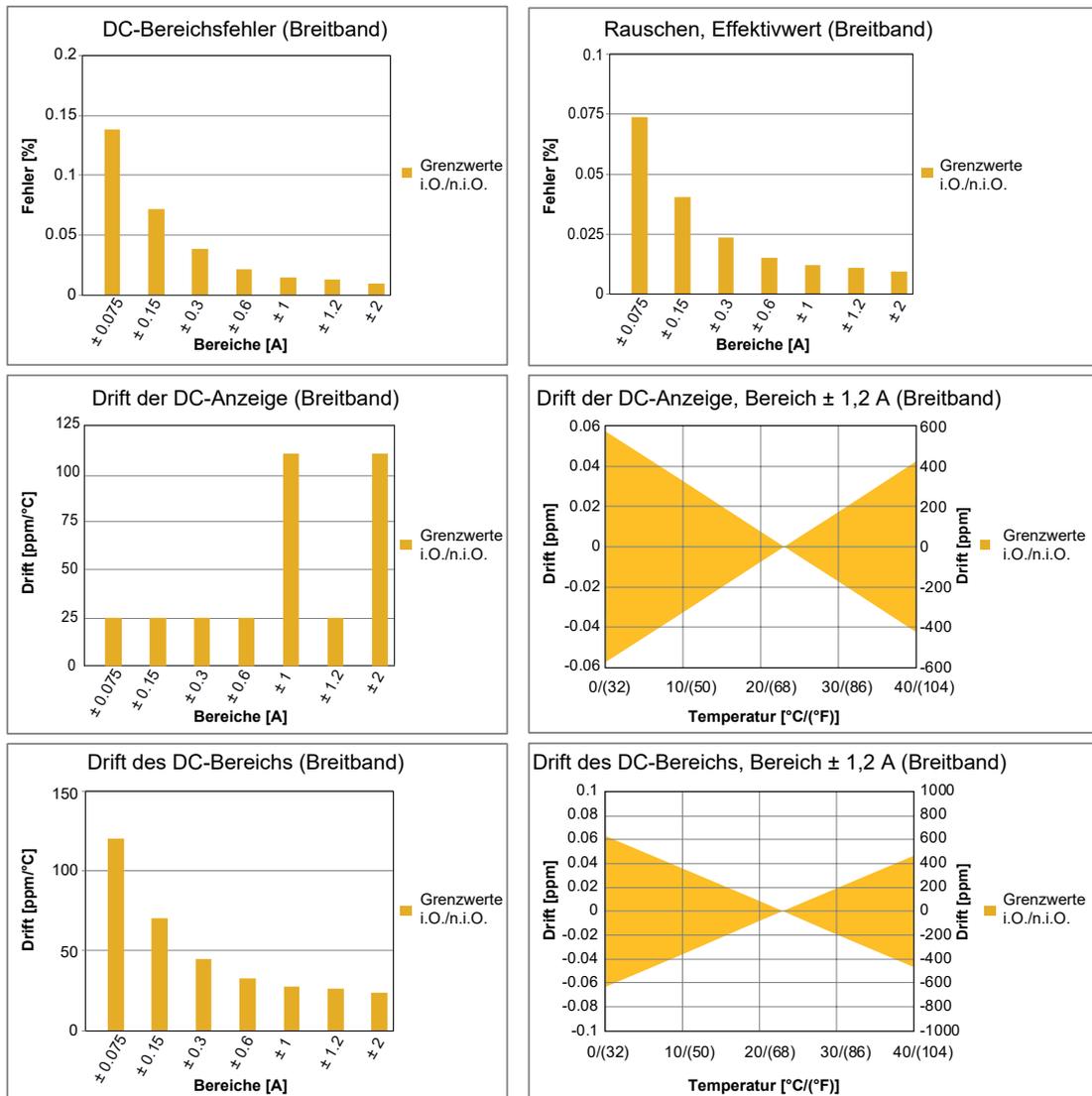


Abbildung 9: Technische Daten des Strommodus – Breitband

**Stromkanäle: Technische Daten des Strommodus (bei Verwendung aller Filter) – DC**

	i.O./n.i.O.-Grenzwerte
DC-Anzeigefehler	0,05 % des Anzeigewerts
DC-Bereichsfehler	0,005 % des Bereichs ± 50 µA
Drift des DC-Anzeigefehlers	Shunt-Widerstand 0,33 Ω: ± 25 ppm/°C (± 14 ppm/°F) Shunt-Widerstand 0,1 Ω: ± 110 ppm/°C (± 61 ppm/°F)
Drift des DC-Bereichsfehlers	± (30 ppm + 15 µA)/°C (± (17 ppm + 8 µA)/°F)
Rauschen, Effektivwert (Abschluss mit 50 Ω)	0,005 % des Bereichs ± 50 µA

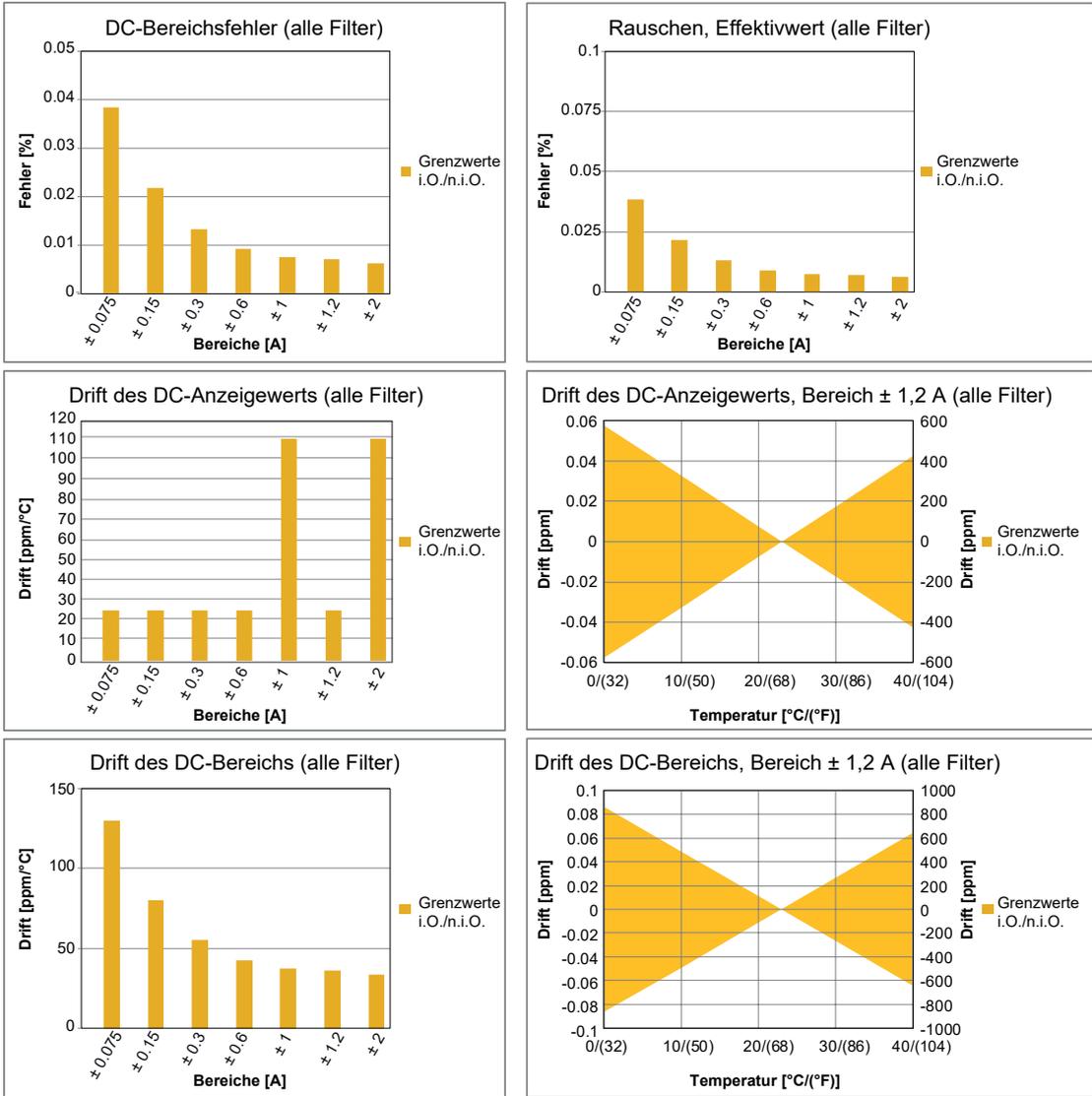


Abbildung 10: Technische Daten des Strommodus – Verwendung aller Filter

### Übersicht der i.O./n.i.O.-Grenzwerte für Stromkanäle, Strommodus – AC

Alle Werte werden mit der in den technischen Daten angegebenen Ungenauigkeit für Stromkanäle, Strommodus berechnet. Der aufgeführte Wert entspricht der maximalen Ungenauigkeit, die am Ende des Frequenzbands auftreten kann. Um genauere Werte zu erhalten, nach den Berechnungshinweisen in der Tabelle mit den technischen Daten für die Ungenauigkeit von Stromkanälen, Strommodus vorgehen.

Shunt-Widerstand	Signalfrequenz (f)			
	1 Hz < f ≤ 100 Hz	100 Hz < f ≤ 1 kHz	1 kHz < f ≤ 10 kHz	
<b>i.O./n.i.O.-Grenzwerte bei 0,33 Ω</b>				
<b>Shunt-Widerstand 0,33 Ω <sup>(1)</sup></b>	0,010 % Konst.	max. 0,21 %	max. 0,41 %	Anzeige
		(0,21 + 0,2*log(fkhz)) %		
	0,010 %	0,010 %	0,010 %	Bereich
<b>i.O./n.i.O.-Grenzwerte bei 0,1 Ω</b>				
<b>Shunt-Widerstand 0,1 Ω <sup>(2)</sup></b>	0,010 % Konst.	max. 0,31 %	max. 0,61 %	Anzeige
		(0,31 + 0,3*log(fkhz)) %		
	0,020 %	0,020 %	0,020 %	Bereich

(1) ± 75 mA, ± 150 mA, ± 300 mA, ± 0,6 A und ± 1,2 A

(2) ± 1,0 A und ± 2,0 A

Stromkanal: Spannungsmodus	
Kanäle	3 für Spannung
Anschlüsse	LEMO-Stecker, 1 pro Kanal
Eingangstyp	Analog, isoliert asymmetrisch differenziell
Eingangsimpedanz	1 MΩ ± 1 % // 40 pF ± 10 %
Eingangsbeschaltungsarten	DC, GND
Bereiche	± 50 mV, ± 0,1 V, ± 0,2 V, ± 0,5 V, ± 1 V, ± 2 V, ± 5 V, ± 10 V, ± 20 V
Offset	± 50 % in 1000 Schritten (0,1 %) Bereich ± 20 V hat einen festen Offset von 0 %

Gleichtakt (bezogen auf Systemmasse)		
Bereiche	Kleiner als ± 5 V	Größer oder gleich ± 5 V
Gleichtaktunterdrückung (CMR)	> 80 dB bei 80 Hz (typischer Wert 100 dB)	> 60 dB bei 80 Hz (typischer Wert 80 dB)
Maximale Gleichtaktspannung	30 V eff	

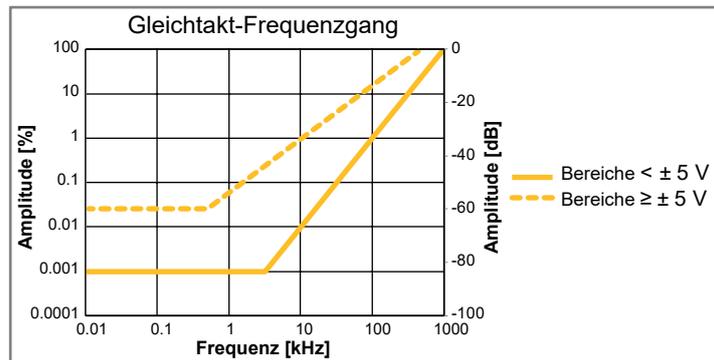


Abbildung 11: Gleichtakt-Frequenzgang (Stromkanäle: Spannungsmodus)

Änderung der Überspannungsimpedanz	Die Aktivierung des Überspannungsschutzsystems führt zu einer verringerten Eingangsimpedanz. Der Überspannungsschutz ist nicht aktiv, solange die Eingangsspannung unter 200 % des gewählten Eingangsbereichs bleibt.
Zerstörungsfreie Stromstärke, max.	± 35 V DC
Isolationsspannung	60 V DC
Erholzeit nach Überlast	Wiederherstellung einer Genauigkeit von 0,1 % nach 200 % Überlast in weniger als 5 µs

## Stromkanäle: Technische Daten des Spannungsmodus (Breitband) – DC

	i.O./n.i.O.-Grenzwerte
DC-Anzeigefehler	0,02 % des Anzeigewerts $\pm 100 \mu\text{V}$
DC-Bereichsfehler	0,002 % des Bereichs $\pm 750 \mu\text{V}$
Drift des DC-Anzeigefehlers	$\pm 25 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ ( $\pm 14 \text{ ppm}/^\circ\text{F}$ )
Drift des DC-Bereichsfehlers	$\pm (10 \text{ ppm} + 5 \mu\text{V})/^\circ\text{C}$ ( $\pm (6 \text{ ppm} + 3 \mu\text{V})/^\circ\text{F}$ )
Rauschen, Effektivwert (Abschluss mit $50 \Omega$ )	0,007 % des Bereichs $\pm 100 \mu\text{V}$

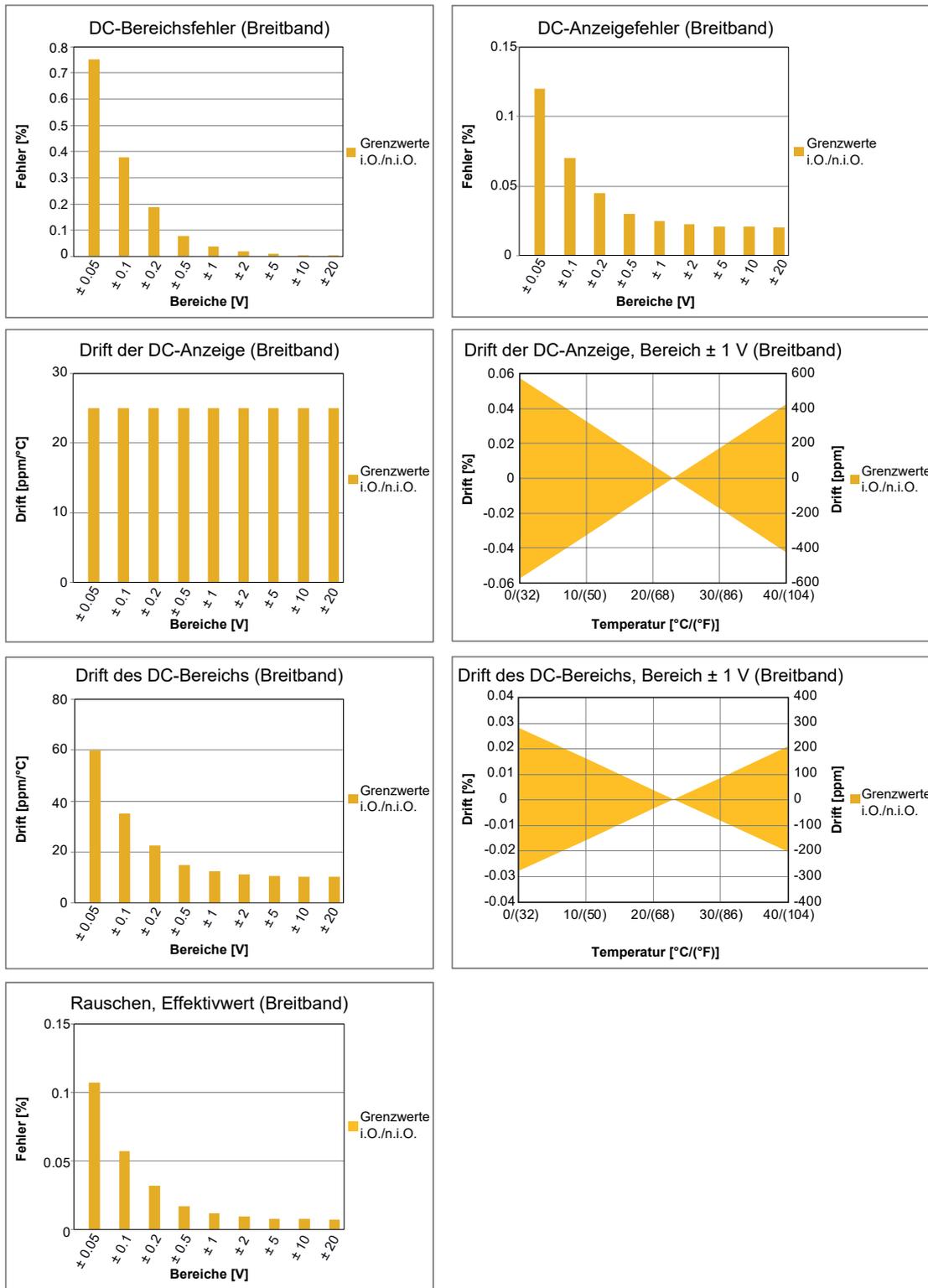


Abbildung 12: Technische Daten des Spannungsmodus – Breitband

**Stromkanäle: Technische Daten des Spannungsmodus (bei Verwendung aller Filter) – DC**

	i.O./n.i.O.-Grenzwerte
DC-Anzeigefehler	0,02 % des Anzeigewerts ± 100 µV
DC-Bereichsfehler	0,005 % des Bereichs ± 50 µV
Drift des DC-Anzeigefehlers	± 25 ppm/°C (± 14 ppm/°F)
Drift des DC-Bereichsfehlers	± (30 ppm + 5 µV)/°C (± (17 ppm + 3 µV)/°F)
Rauschen, Effektivwert (Abschluss mit 50 Ω)	0,005 % des Bereichs ± 20 µV

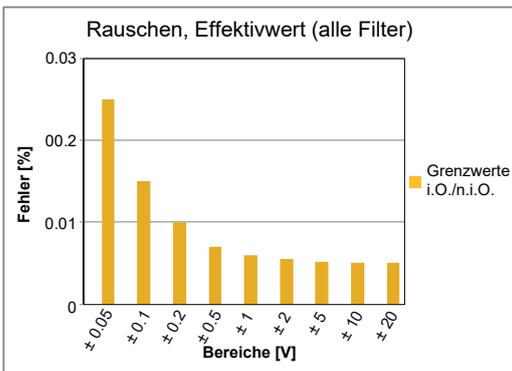
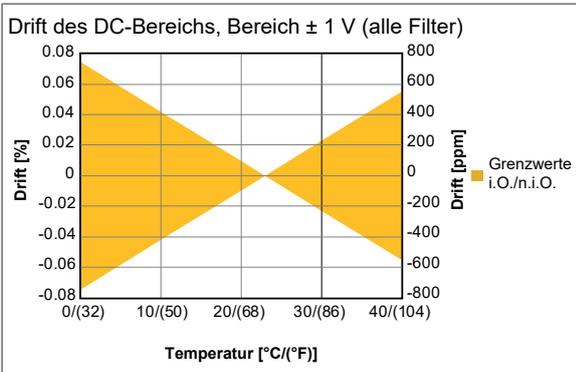
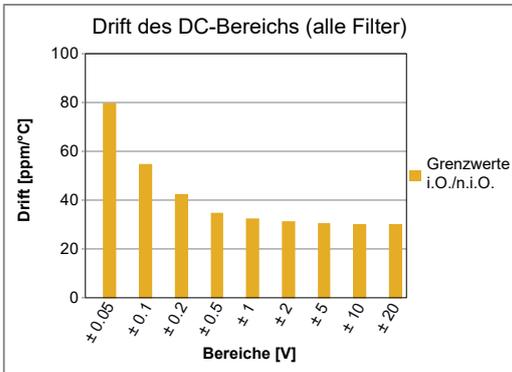
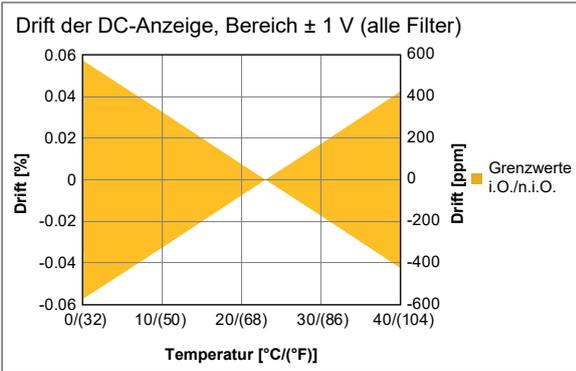
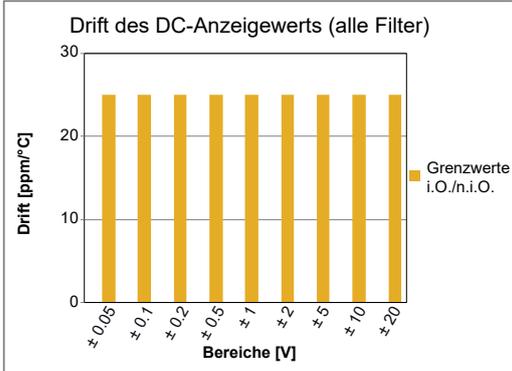
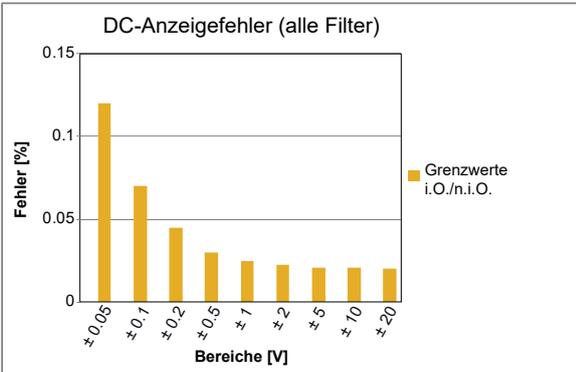
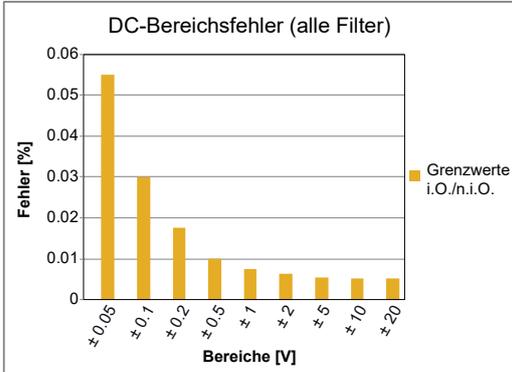


Abbildung 13: Technische Daten des Spannungsmodus – Verwendung aller Filter

### Übersicht der i.O./n.i.O.-Grenzwerte für Stromkanäle, Spannungsmodus – AC

Alle Werte werden mit der in den technischen Daten angegebenen Ungenauigkeit für Stromkanäle, Spannungsmodus berechnet. Der aufgeführte Wert entspricht der maximalen Ungenauigkeit, die am Ende des Frequenzbands auftreten kann. Um genauere Werte zu erhalten, nach den Berechnungshinweisen in der Tabelle mit den technischen Daten für die Ungenauigkeit von Stromkanälen, Spannungsmodus vorgehen.

	1 Hz < f ≤ 1 kHz	1 kHz < f ≤ 10 kHz	1 kHz < f ≤ 20 kHz	20 kHz < f ≤ 100 kHz	100 kHz < f ≤ 200 kHz	200 kHz < f ≤ 500 kHz	
<b>± 0,05 V DC</b> [35 mV eff]	0,010 % Konst.		0,070 %	0,550 %	2,550 %	8,550 %	Anzeige
			(0,006*(fkHz) - 0,05) %		(0,02*(fkHz) - 1,45) %		
	0,060 %						Bereich
<b>± 0,1 V DC</b> [70 mV eff]	0,010 % Konst.		0,070 %	0,550 %	2,550 %	8,550 %	Anzeige
			(0,006*(fkHz) - 0,05) %		(0,02*(fkHz) - 1,45) %		
	0,030 %						Bereich
<b>± 0,2 V DC</b> [140 mV eff]	0,010 % Konst.		0,070 %	0,550 %	2,550 %	8,550 %	Anzeige
			(0,006*(fkHz) - 0,05) %		(0,02*(fkHz) - 1,45) %		
	0,015 %						Bereich
<b>± 0,5 V ≤ Bereich &lt; ± 5 V</b>	0,010 % Konst.		0,070 %	0,550 %	2,350 %	7,750 %	Anzeige
			(0,006*(fkHz) - 0,05) %		(0,02*(fkHz) - 1,45) %		
	0,010 %						Bereich
<b>Bereich ≥ ± 5 V</b>	0,010 % Konst.	0,410 %	0,530 %	0,810 %	2,610 %	8,010 %	Anzeige
		(0,01 + 0,4*log(fkHz)) %			(0,018*(fkHz) - 0,99) %		
	0,010 %						Bereich

## GN310B/GN311B – Stromanschluss und Anschlussbelegung

Anschluss an der GN310B/GN311B-Frontplatte	LEMO EPG.1B.304.HLN
Gegenstecker	LEMO FGG.1B.304.CLAD52 (Details zur Auswahl der Zugentlastung prüfen)*



Abbildung 14: LEMO-Gegenstecker FGG.1B.304.CLAD52

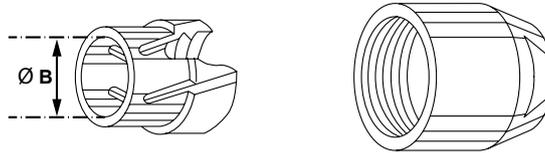


Abbildung 15: Aufbau der Zugentlastung

* Auswahl der Zugentlastung:	Minimaler Kabeldurchmesser ØB	Maximaler Kabeldurchmesser ØB
M27	2,2 mm	2,7 mm
M31	2,7 mm	3,1 mm
D42	3,1 mm	4,2 mm
D52	4,2 mm	5,2 mm
D62	5,2 mm	6,2 mm
D72	6,2 mm	7,2 mm
D76	7,2 mm	7,6 mm



Abbildung 16: Löt-schema des Steckverbinders am Kabel

Bezeichnung des Signals (Farbe von Kabel/ Anschluss)	Pin
Stromeingang (weiß/blau)	1
Spannungseingang (braun/rot)	2
Masse/Schirm (gelb/gelb)	3
Eingang Rückleitung/isolierte Masse (grün/schwarz)	4

## Isolation der Spannungskanäle – IEC 61010-2-030:2017

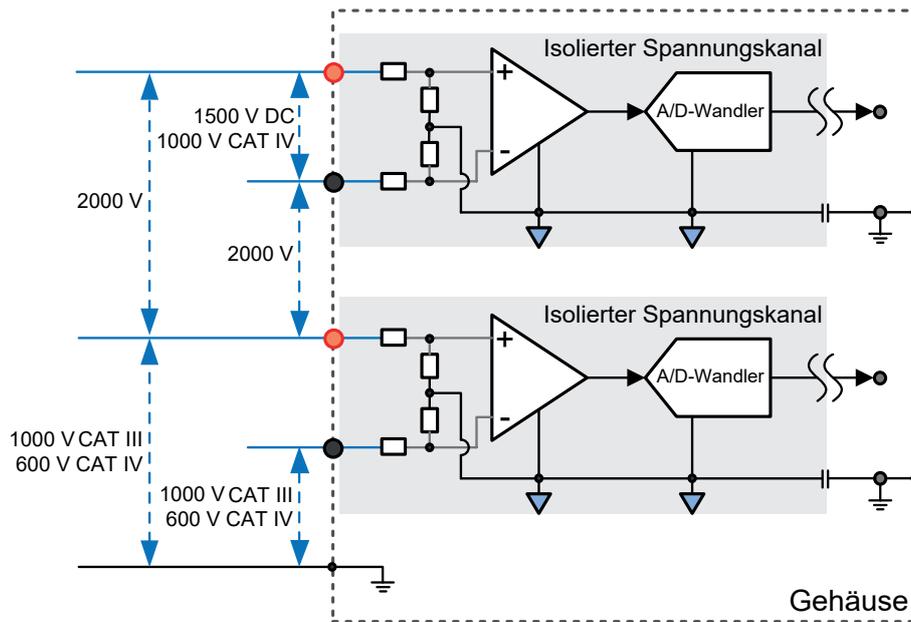


Abbildung 17: Isolationswerte der Spannungskanäle

Positiver Eingangskontakt zu negativem Eingangskontakt	1500 V DC CAT III, 1000 V CAT IV
Eingangskontakt gegen Gehäuse	1000 V CAT III, 600 V CAT IV
Kanal gegen Kanal	2000 V eff

## Isolation der Stromkanäle – IEC 61010-2-030:2017

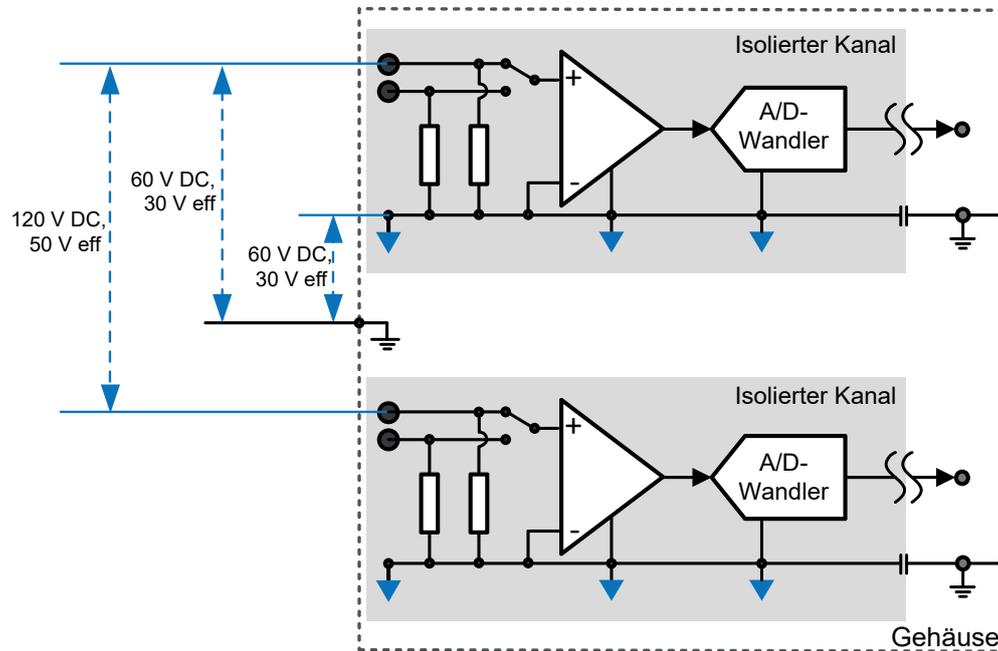


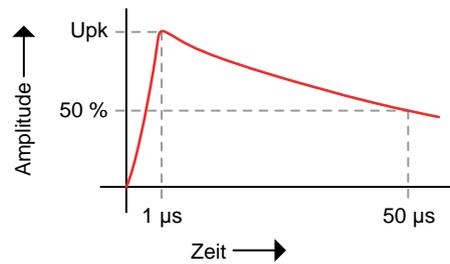
Abbildung 18: Isolationswerte der Stromkanäle

Eingangskontakt gegen Gehäuse	$\pm 60$ V DC, 30 V eff
Kanal gegen Kanal	120 V DC, 50 V eff

## Prüfung von Isolation und Eingangstyp (Spannungskanal)

## Isolationsprüfungen nach IEC61010-1 und IEC61010-2-030

Kanal gegen Kanal	7400 V eff, Prüfdauer 5 s 4400 V eff, Prüfdauer 60 s
Kanal gegen Gehäuse	7400 V eff, Prüfdauer 5 s 4400 V eff, Prüfdauer 60 s
Differenziell	8250 V eff, Prüfdauer 5 s 2200 V eff, Prüfdauer 60 s 3200 V DC, Prüfdauer 60 s
Differenzieller Impuls	Spitze von 12 kV mit Reihenwiderstand von $2 \Omega$ Anstiegszeit 1,2 $\mu$ s, Amplitudenverringerng von 50 % in 50 $\mu$ s
Spannungsstoß Kanal gegen Kanal	Spitze von 7 kV mit Reihenwiderstand von $2 \Omega$ Anstiegszeit 1,2 $\mu$ s, Amplitudenverringerng von 50 % in 50 $\mu$ s
Spannungsstoß Kanal gegen Gehäuse	Spitze von 8 kV mit Reihenwiderstand von $2 \Omega$ Anstiegszeit 1,2 $\mu$ s, Amplitudenverringerng von 50 % in 50 $\mu$ s

Abbildung 19: Beispiel für Stoß von 1,2/50  $\mu$ s

## Analog-Digital-Wandlung

Abtastrate, pro Kanal	0,1 S/s bis 2 MS/s (GN310B) oder 0,1 S/s bis 200 kS/s (GN311B)
Auflösung des A/D-Wandlers, ein A/D-Wandler pro Kanal	18 Bit
Typ des A/D-Wandlers	Successive Approximation Register (SAR); Analoggeräte AD4003BCPZ
Genauigkeit der Zeitbasis	Durch Grundgerät definiert: $\pm 3,5$ ppm; Alterung nach 10 Jahren $\pm 10$ ppm

## Anti-Aliasing-Filter

Hinweis zur Phasentreue der Kanäle: Zu jeder Wahl einer Filtercharakteristik und/oder einer Filterbandbreite gehört jeweils ein eigener spezifischer Phasengang. Wenn unterschiedliche Filter (Breitband / Bessel / Butterworth / Bessel IIR / Butterworth IIR / Elliptisch IIR) oder unterschiedliche Filterbandbreiten gewählt werden, kann dies zu einer Phasenverschiebung zwischen Kanälen führen.

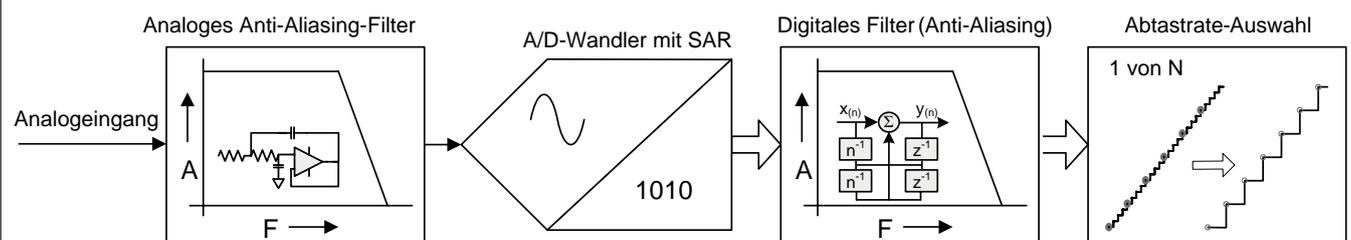


Abbildung 20: Blockschaltbild zu kombinierten analogen und digitalen Anti-Aliasing-Filtern

Alias-Effekte werden durch einen steilen analogen Anti-Aliasing-Filter mit fester Frequenz vor dem Analog-Digital-Wandler (A/D-Wandler) verhindert. Der A/D-Wandler tastet immer mit fester Abtastrate ab. Dank der festen Abtastrate des A/D-Wandlers werden keine anderen analogen Anti-Aliasing-Filterfrequenzen benötigt.

Direkt hinter dem A/D-Wandler dient ein hochpräzises digitales Filter als Anti-Aliasing-Schutz, bevor die digitale Umwandlung auf die niedrigere benutzerdefinierte Abtastrate (Downsampling) durchgeführt wird. Das digitale Filter wird auf eine Bruchzahl der benutzerdefinierten Abtastrate programmiert und automatisch auf jede vom Benutzer gewählte Abtastrate nachgeführt. Gegenüber analogen Anti-Aliasing-Filtern bietet das programmierbare digitale Filter weitere Vorteile wie ein Filter höherer Ordnung mit steil abfallender Flanke, eine größere Auswahl an Filtercharakteristiken, einen rauschfreien Digitalausgang und keine zusätzlichen Phasenlaufzeiten zwischen den Kanälen, die dieselben Filtereinstellungen verwenden.

Breitband <sup>(1)</sup>	Bei Auswahl des Breitbandfilters befindet sich weder ein analoges Anti-Aliasing-Filter noch ein digitales Filter im Signalpfad. Deshalb ist bei der Auswahl des Breitbandfilters kein Anti-Aliasing-Schutz vorhanden. Das Breitbandfilter sollte nicht verwendet werden, wenn in einem Frequenzbereich mit aufgezeichneten Daten gearbeitet wird.
Bessel (Fc bei -3 dB) <sup>(1)</sup>	Mit diesem analogen Bessel-Filter können Signale mit höherer Bandbreite reduziert werden, insbesondere bei maximaler Abtastrate von 2 MS/s oder 200 kS/s. Zur Verhinderung eines Alias-Effekts ist bei niedrigeren Abtastraten das digitale IIR-Filter besser geeignet. Bessel-Filter werden üblicherweise für die Betrachtung von Signalen im Zeitbereich verwendet. Sie eignen sich am besten zur Messung von Transientensignalen oder Signalen mit scharfen Kanten wie Rechteckwellen oder Sprungantworten.
Butterworth (Fc bei -3 dB) <sup>(1)</sup>	Mit diesem analogen Butterworth-Filter können Signale mit höherer Bandbreite reduziert werden, insbesondere bei maximaler Abtastrate von 2 MS/s oder 200 kS/s. Zur Verhinderung eines Alias-Effekts ist bei niedrigeren Abtastraten das digitale IIR-Filter besser geeignet. Butterworth-Filter werden üblicherweise für die Arbeit mit Signalen in Form von (nahezu) Sinuswellen im Zeitbereich oder von Signalen im Frequenzbereich verwendet.
Bessel IIR (Fc bei -3dB)	Bei Auswahl des Bessel-IIR-Filters ist dies immer eine Kombination aus einem analogen Anti-Aliasing-Bessel-Filter und einem digitalen Bessel-IIR-Filter zur Verhinderung eines Alias-Effekts bei niedrigeren Abtastraten. Bessel-Filter werden üblicherweise für die Betrachtung von Signalen im Zeitbereich verwendet. Sie eignen sich am besten zur Messung von Transientensignalen oder Signalen mit scharfen Kanten wie Rechteckwellen oder Sprungantworten.
Butterworth IIR (Fc bei -3dB)	Bei Auswahl des Butterworth-IIR-Filters ist dies immer eine Kombination aus einem analogen Anti-Aliasing-Butterworth-Filter und einem digitalen Butterworth-IIR-Filter zur Verhinderung eines Alias-Effekts bei niedrigeren Abtastraten. Diese Filter eignen sich am besten, wenn im Frequenzbereich gearbeitet wird. Wenn im Zeitbereich gearbeitet wird, eignet sich dieses Filter am besten für Signale in Form von Sinuswellen (oder annähernd Sinuswellen).
Elliptisch IIR (Fc bei -0,1 dB)	Bei Auswahl des elliptischen IIR-Filters ist dies immer eine Kombination aus einem analogen Anti-Aliasing-Butterworth-Filter und einem digitalen elliptischen IIR-Filter zur Verhinderung eines Alias-Effekts bei niedrigeren Abtastraten. Diese Filter eignen sich am besten, wenn im Frequenzbereich gearbeitet wird. Wenn im Zeitbereich gearbeitet wird, eignet sich dieses Filter am besten für Signale in Form von Sinuswellen (oder annähernd Sinuswellen).

(1) Breitband- und analoge Anti-Aliasing-Filter gelten nur für GN310B.

## Auswahl der für die Abtastrate geeigneten Bandbreite und Filtercharakteristik

Das digitale Filter vor der Dezimierung garantiert exzellente Phasentreue, minimales Rauschen und ein von Alias-Effekten freies Ergebnis.

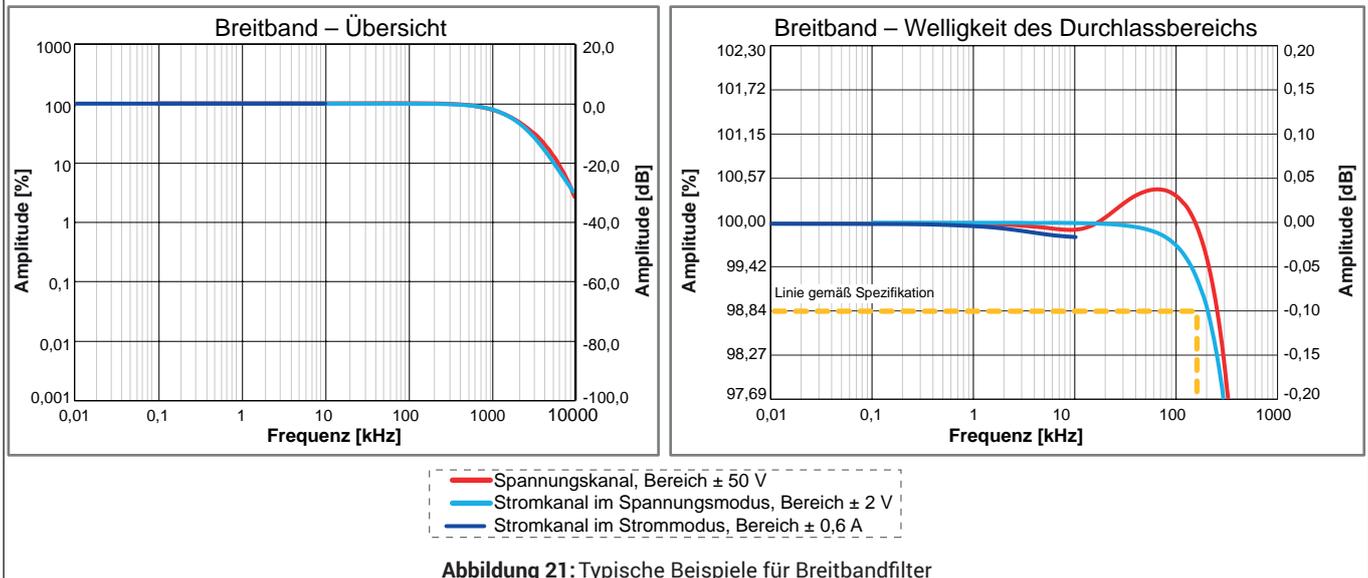
	Breitband	Digitale Tiefpassfilter (frei von Alias-Effekten durch Verwendung eines analogen Anti-Aliasing-Filters vor dem A/D-Wandler)				
	Kein Anti-Aliasing-Filter	Butterworth IIR Elliptisch IIR	Bessel IIR Butterworth IIR Elliptisch IIR	Bessel IIR Butterworth IIR Elliptisch IIR	Bessel IIR Butterworth IIR Elliptisch IIR	Bessel IIR
Vom Benutzer wählbare Abtastraten		1/4 Fs	1/10 Fs	1/20 Fs	1/40 Fs	1/100 Fs
2 MS/s	Breitband	–	200 kHz	100 kHz	50 kHz	20 kHz
1 MS/s	Breitband	250 kHz	100 kHz	50 kHz	25 kHz	10 kHz
500 kS/s	Breitband	125 kHz	50 kHz	25 kHz	12,5 kHz	5 kHz
400 kS/s	Breitband	100 kHz	40 kHz	20 kHz	10 kHz	4 kHz
250 kS/s	Breitband	62,5 kHz	25 kHz	12,5 kHz	6,25 kHz	2,5 kHz
200 kS/s	Breitband	50 kHz	20 kHz	10 kHz	5 kHz	2 kHz
125 kS/s	Breitband	25 kHz	12,5 kHz	6,25 kHz	2,5 kHz	1,25 kHz
100 kS/s	Breitband	20 kHz	10 kHz	5 kHz	2 kHz	1 kHz
50 kS/s	Breitband	12,5 kHz	5 kHz	2,5 kHz	1,25 kHz	500 Hz
40 kS/s	Breitband	10 kHz	4 kHz	2 kHz	1 kHz	400 Hz
25 kS/s	Breitband	6,25 kHz	2,5 kHz	1,25 kHz	625 Hz	250 Hz
20 kS/s	Breitband	5 kHz	2 kHz	1 kHz	500 Hz	200 Hz
12,5 kS/s	Breitband	2,5 kHz	1,25 kHz	625 Hz	312,5 Hz	125 Hz
10 kS/s	Breitband	2 kHz	1 kHz	500 Hz	250 Hz	100 Hz
5 kS/s	Breitband	1,25 kHz	500 Hz	250 Hz	125 Hz	50 Hz
4 kS/s	Breitband	1 kHz	400 Hz	200 Hz	100 Hz	40 Hz
2,5 kS/s	Breitband	625 Hz	250 Hz	125 Hz	62,5 Hz	25 Hz
2 kS/s	Breitband	500 Hz	200 Hz	100 Hz	50 Hz	20 Hz
1,25 kS/s	Breitband	312,5 Hz	125 Hz	62,5 Hz	31,25 Hz	12,5 Hz
1 kS/s	Breitband	250 Hz	100 Hz	50 Hz	25 Hz	10 Hz
500 S/s	Breitband	125 Hz	50 Hz	25 Hz	12,5 Hz	5 Hz
400 S/s	Breitband	100 Hz	40 Hz	20 Hz	10 Hz	4 Hz
250 S/s	Breitband	62,5 Hz	25 Hz	12,5 Hz	6,25 Hz	2,5 Hz
200 S/s	Breitband	50 Hz	20 Hz	10 Hz	5 Hz	2 Hz
125 S/s	Breitband	31,25 Hz	12,5 Hz	6,25 Hz	3,125 Hz	1,25 Hz
100 S/s	Breitband	25 Hz	10 Hz	5 Hz	2,5 Hz	1 Hz
50 S/s	Breitband	12,5 Hz	5 Hz	2,5 Hz	1,25 Hz	0,5 Hz
40 S/s	Breitband	10 Hz	4 Hz	2 Hz	1 Hz	0,4 Hz

**Breitband (kein Anti-Aliasing-Schutz)<sup>(1)</sup>**

Bei Auswahl des Breitbandfilters befindet sich weder ein analoges Anti-Aliasing-Filter noch ein digitales Filter im Signalpfad. Deshalb ist bei der Auswahl des Breitbandfilters kein Anti-Aliasing-Schutz vorhanden.

Bandbreite des Breitbandfilters Zwischen 1,0 MHz und 1,35 MHz (-3 dB)

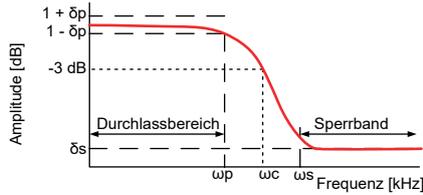
Welligkeit des Durchlassbereichs 0,1 dB<sup>(2)</sup> DC bis 160 kHz



(1) Breitbandfilter (kein Anti-Aliasing-Schutz) gilt nur für GN310B.

(2) Gemessen mit einem Kalibrator Fluke 5700A, auf DC-Referenzwert normiert.

**Bessel-Filter (analoges Anti-Aliasing-Filter)<sup>(1)</sup>**

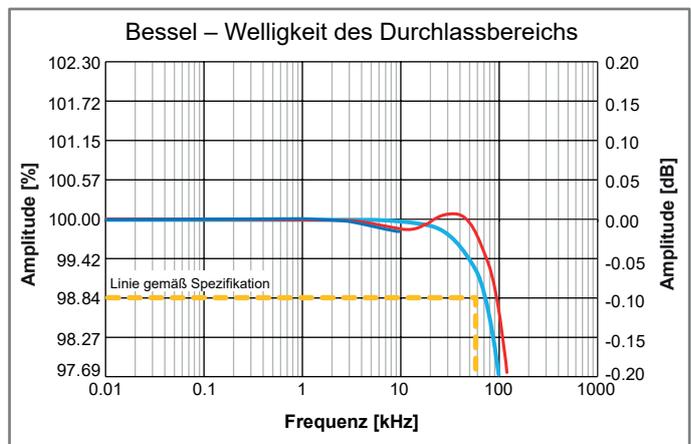
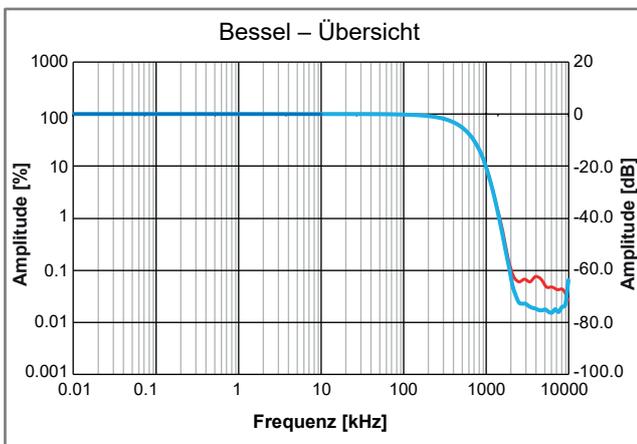


$\delta_p$ : Welligkeit des Durchlassbereichs  
 $\delta_s$ : Sperrbanddämpfung  
 $\omega_p$ : Frequenz des Durchlassbereichs  
 $\omega_c$ : Grenzfrequenz  
 $\omega_s$ : Frequenz im Sperrband

**Abbildung 22: Bessel-Filter**

Bei Auswahl des Bessel-Filters ist dies nur das analoge Anti-Aliasing-Bessel-Filter und kein digitales Filter.

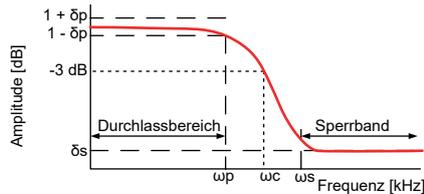
Bandbreite des Bessel-Filters	395 kHz $\pm$ 25 kHz (-3 dB)
Filtercharakteristik des Bessel-Filters	Bessel-Filter 7. Ordnung, optimale Sprungantwort
Durchlassbereich 0,1 dB des Bessel-Filters <sup>(2)</sup>	DC bis 60 kHz
Amplitude des Sperrbereichs ( $\delta_s$ ) bei Frequenz ( $\omega_s$ )	-60 dB bei $\omega_s = 2,0$ MHz
Roll-off-Faktor des Bessel-Filters	42 dB/Oktave



— Spannungskanal, Bereich  $\pm 50$  V  
— Stromkanal im Spannungsmodus, Bereich  $\pm 2$  V  
— Stromkanal im Strommodus, Bereich  $\pm 0,6$  A

**Abbildung 23: Typische Beispiele für Bessel**

- (1) Analoges Anti-Aliasing- Bessel Filter gilt nur für GN310B.
- (2) Gemessen mit einem Kalibrator Fluke 5700A, auf DC-Referenzwert normiert.

Butterworth-Filter (analoges Anti-Aliasing-Filter)<sup>(1)</sup>

$\delta_p$ : Welligkeit des Durchlassbereichs

$\delta_s$ : Sperrbanddämpfung

$\omega_p$ : Frequenz des Durchlassbereichs

$\omega_c$ : Grenzfrequenz

$\omega_s$ : Frequenz im Sperrband

Abbildung 24: Butterworth-Filter

Bei Auswahl des Butterworth-Filters ist dies nur das analoge Anti-Aliasing-Butterworth-Filter und kein digitales Filter.

Bandbreite des Butterworth-Filters	460 kHz $\pm$ 25 kHz (-3 dB)
Filtercharakteristik des Butterworth-Filters	Butterworth 7. Ordnung, optimaler Frequenzgang
Welligkeit des Durchlassbereichs 0,1 dB für Butterworth-Filter <sup>(2)</sup>	DC bis 130 kHz
Amplitude des Sperrbereichs ( $\delta_s$ ) bei Frequenz ( $\omega_s$ )	-60 dB bei $\omega_s = 1,1$ MHz
Roll-off-Faktor des Butterworth-Filters	42 dB/Oktave

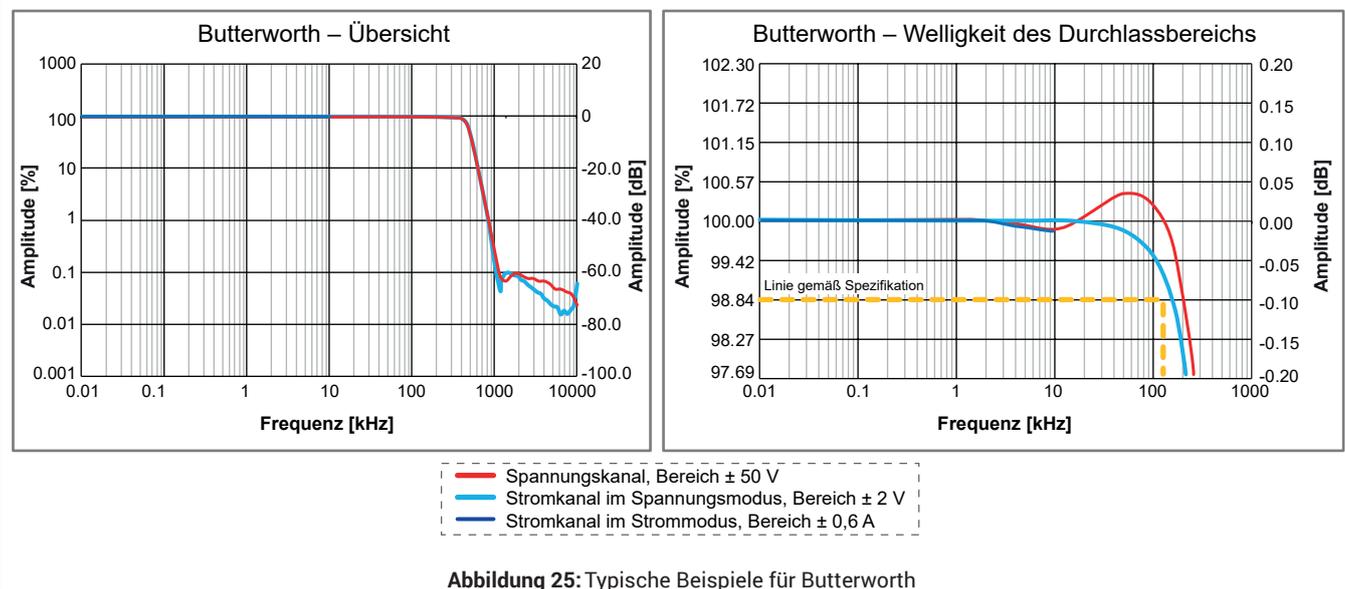
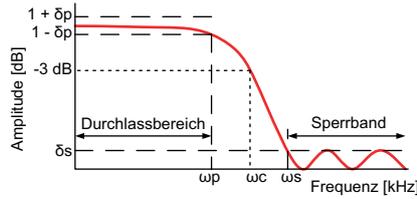


Abbildung 25: Typische Beispiele für Butterworth

(1) Analoges Anti-Aliasing-Butterworth Filter gilt nur für GN310B.

(2) Gemessen mit einem Kalibrator Fluke 5700A, auf DC-Referenzwert normiert.

**Bessel-IIR-Filter (digitales Anti-Aliasing-Filter)**

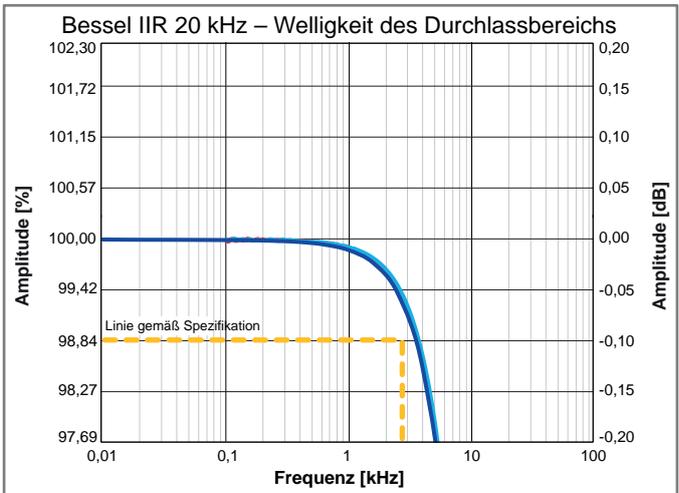
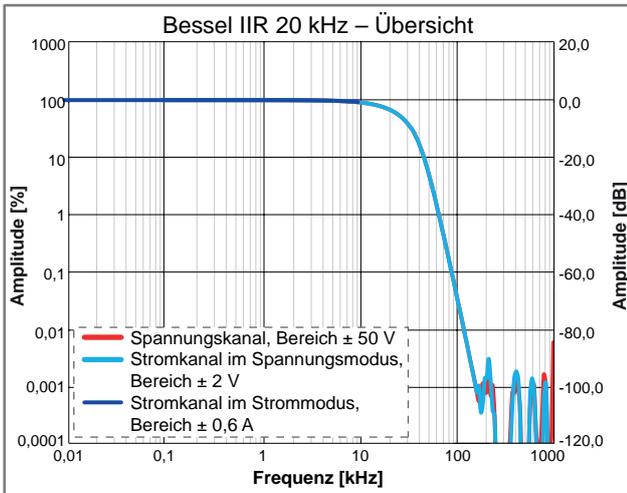
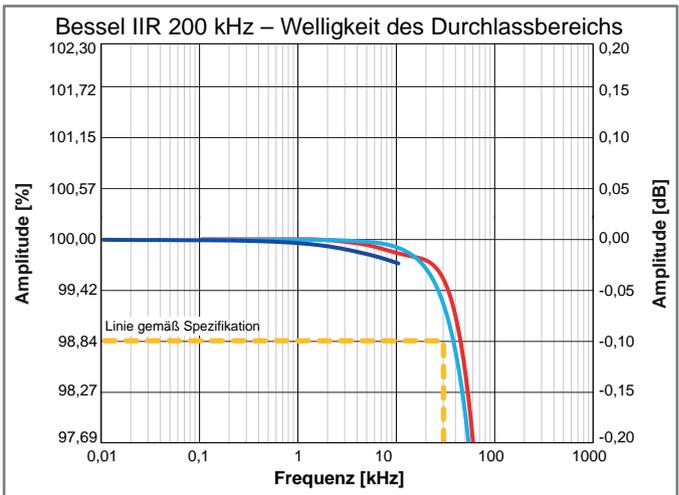
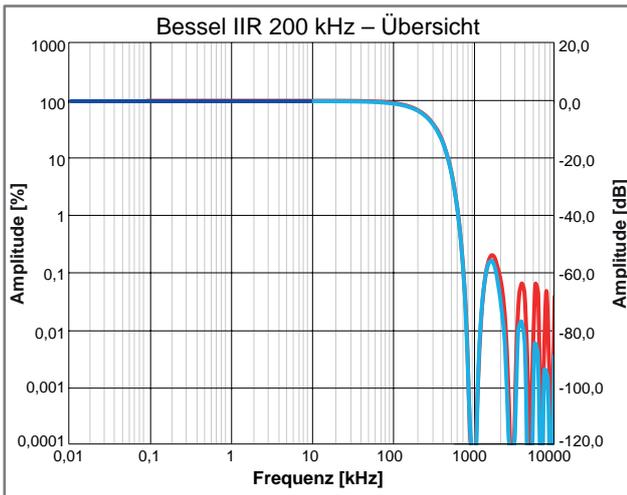


$\delta_p$ : Welligkeit des Durchlassbereichs  
 $\delta_s$ : Sperrbanddämpfung  
 $\omega_p$ : Frequenz des Durchlassbereichs  
 $\omega_c$ : Grenzfrequenz  
 $\omega_s$ : Frequenz im Sperrband

**Abbildung 26:** Typische Beispiele für Bessel IIR (200 kHz nur für GN310B; 20 kHz für GN310B und GN311B)

Bei Auswahl des Bessel IIR-Filters ist dies immer eine Kombination aus einem analogen Anti-Aliasing-Bessel-Filter und einem digitalen Bessel-IIR-Filter.

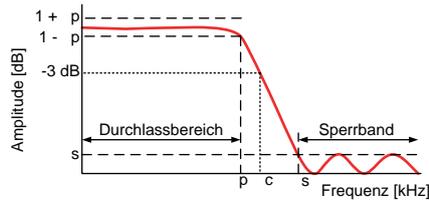
Bandbreite des analogen Anti-Aliasing-Filters	395 kHz $\pm$ 25 kHz (-3 dB)
Filtercharakteristik des analogen Anti-Aliasing-Filters	Bessel-Filter 7. Ordnung, optimale Sprungantwort
Filtercharakteristik des Bessel-IIR-Filters	Bessel-IIR-Filter 8. Ordnung
Benutzerauswahl für Bessel-IIR-Filter	Automatische Nachführung auf Abtastrate geteilt durch: 10, 20, 40, 100 Der Benutzer wählt den Teilungsfaktor von der aktuellen Abtastrate, anschließend passt die Software das Filter bei der Änderung der Abtastrate an.
Bandbreite ( $\omega_c$ ) des Bessel-IIR-Filters	Vom Benutzer wählbar von 0,4 Hz bis 200 kHz (oder 20 kHz für GN311B)
Durchlassbereich 0,1 dB ( $\omega_p$ ) des Bessel-IIR-Filters <sup>(1)</sup>	DC bis $0,14 \cdot \omega_c$
Sperrbanddämpfung ( $\delta_s$ ) des Bessel-IIR-Filters	55 dB
Roll-off-Faktor des Bessel-IIR-Filters	48 dB/Oktave



**Abbildung 27:** Typische Beispiele für Bessel IIR (200 kHz nur für GN310B; 20 kHz für GN310B und GN311B)

(1) Gemessen mit einem Kalibrator Fluke 5700A, auf DC-Referenzwert normiert

## Butterworth-IIR-Filter (digitales Anti-Aliasing-Filter)



p: Welligkeit des Durchlassbereichs

s: Sperrbanddämpfung

p: Frequenz des Durchlassbereichs

c: Grenzfrequenz

s: Frequenz im Sperrband

Abbildung 28: Digitales Butterworth-IIR-Filter

Bei Auswahl des Butterworth-IIR-Filters ist dies immer eine Kombination aus einem analogen Anti-Aliasing-Butterworth-Filter und einem digitalen Butterworth-IIR-Filter.

Bandbreite des analogen Anti-Aliasing-Filters	460 kHz $\pm$ 25 kHz (-3 dB)
Filtercharakteristik des analogen Anti-Aliasing-Filters	Butterworth 7. Ordnung, erweiterter Frequenzgang im Durchlassbereich
Filtercharakteristik des Butterworth-IIR-Filters	Butterworth-IIR-Filter 8. Ordnung
Benutzerauswahl für Butterworth-IIR-Filter	Automatische Nachführung auf Abtastrate geteilt durch: 4 <sup>(1)</sup> , 10, 20, 40 Der Benutzer wählt den Teilungsfaktor von der aktuellen Abtastrate, anschließend passt die Software das Filter bei der Änderung der Abtastrate an.
Bandbreite ( $\omega_c$ ) des Butterworth-IIR-Filters	Vom Benutzer wählbar von 1 Hz bis 250 kHz (oder 50 kHz für GN311B)
Durchlassbereich 0,1 dB ( $\omega_p$ ) des Butterworth-IIR-Filters <sup>(2)</sup>	DC bis $0,7 * \omega_c$ (für $\omega_c > 100$ kHz gilt DC bis $0,6 * \omega_c$ aufgrund der Bandbreite des analogen Anti-Aliasing-Filters)
Sperrbanddämpfung ( $\delta_s$ ) des Butterworth-IIR-Filters	60 dB
Roll-off-Faktor des Butterworth-IIR-Filters	48 dB/Oktave

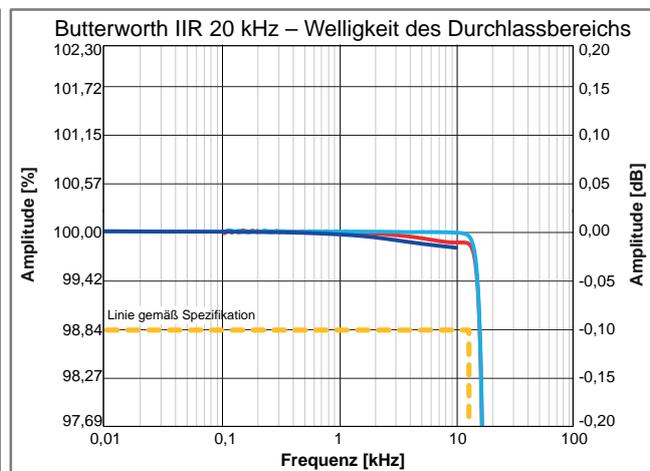
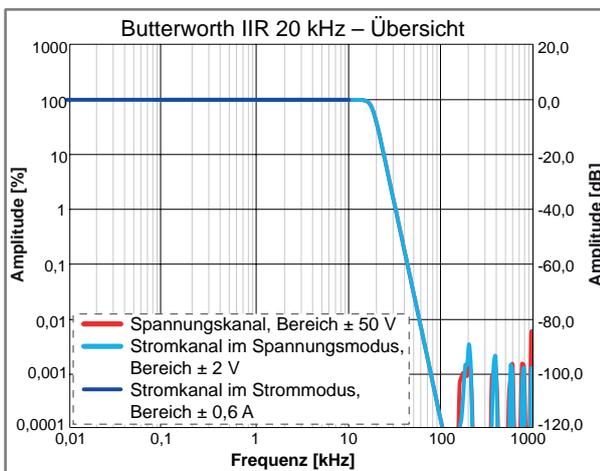
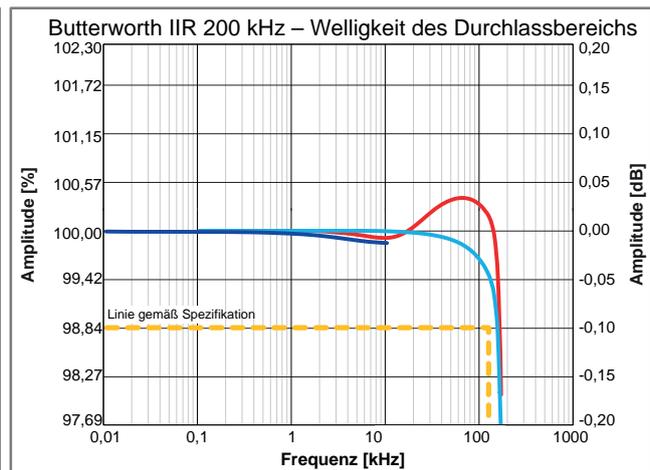
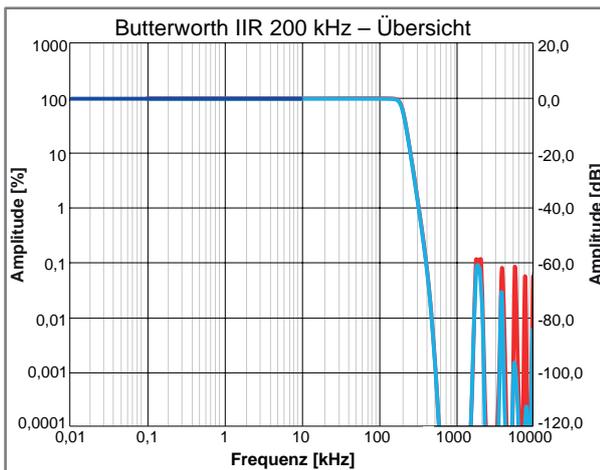
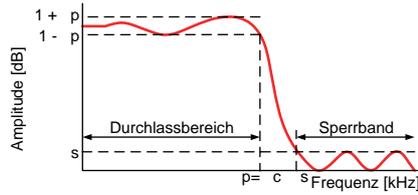


Abbildung 29: Typische Beispiele für Butterworth IIR (200 kHz nur für GN310B; 20 kHz für GN310B und GN311B)

- (1) Teilen durch 4 nicht möglich für Abtastrate von 2 MS/s.
- (2) Gemessen mit einem Kalibrator Fluke 5700A, auf DC-Referenzwert normiert

Elliptisches IIR-Filter (digitales Anti-Aliasing-Filter)



p: Welligkeit des Durchlassbereichs  
 s: Sperrbanddämpfung  
 p: Frequenz des Durchlassbereichs  
 c: Grenzfrequenz  
 s: Frequenz im Sperrband

Abbildung 30: Digitales elliptisches IIR-Filter

Bei Auswahl des elliptischen IIR-Filters ist dies immer eine Kombination aus einem analogen Anti-Aliasing-Butterworth-Filter und einem digitalen elliptischen IIR-Filter.

Bandbreite des analogen Anti-Aliasing-Filters	460 kHz ± 25 kHz (-3 dB)
Filtercharakteristik des analogen Anti-Aliasing-Filters	Butterworth 7. Ordnung, erweiterter Frequenzgang im Durchlassbereich
Filtercharakteristik des elliptischen IIR-Filters	Elliptisches IIR-Filter 7. Ordnung
Benutzerauswahl für elliptisches IIR-Filter	Automatische Nachführung auf Abtastrate geteilt durch: 4 <sup>(1)</sup> , 10, 20, 40 Der Benutzer wählt den Teilungsfaktor von der aktuellen Abtastrate, anschließend passt die Software das Filter bei der Änderung der Abtastrate an.
Bandbreite (ωc) des elliptischen IIR-Filters	Vom Benutzer wählbar von 1 Hz bis 250 kHz (oder 50 kHz für GN311B)
Durchlassbereich 0,1 dB (ωp) des elliptischen IIR-Filters <sup>(2)</sup>	DC bis ωc (für ωc > 100 kHz gilt DC bis 0,7 * ωc aufgrund der Bandbreite des analogen Anti-Aliasing-Filters)
Sperrbanddämpfung (δs) des elliptischen IIR-Filters	60 dB
Roll-off-Faktor des elliptischen IIR-Filters	72 dB/Oktave

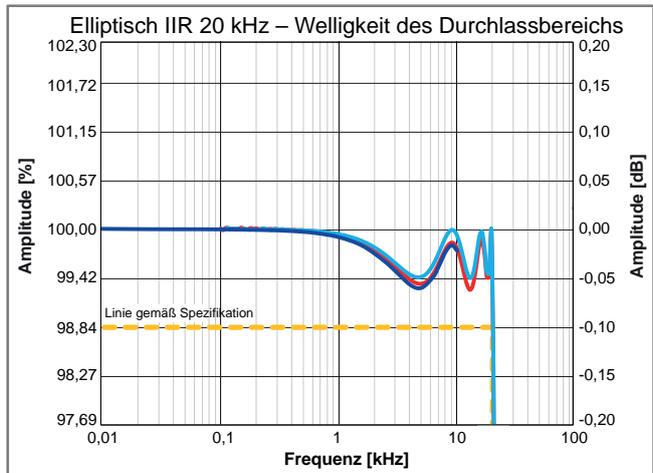
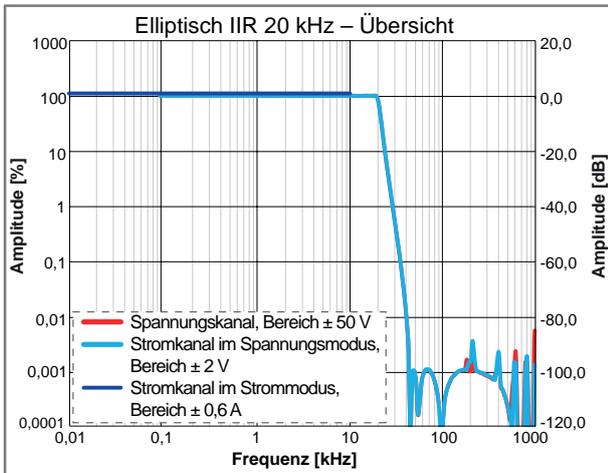
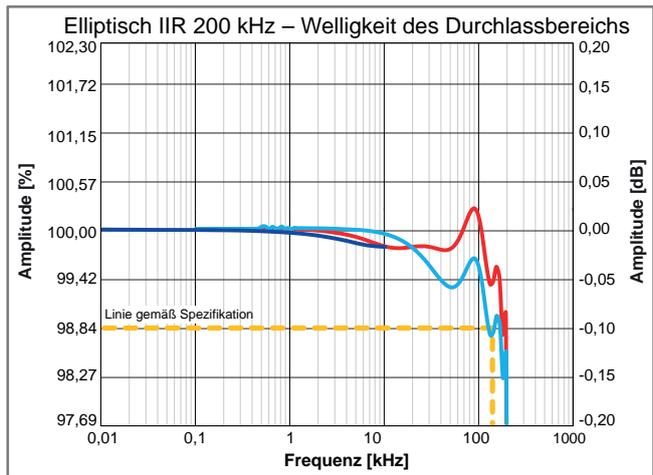
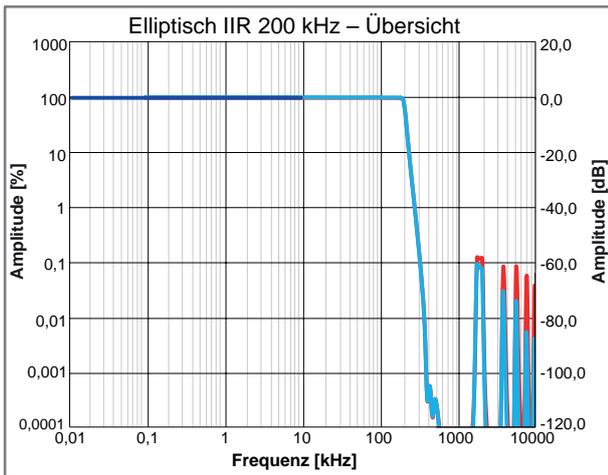


Abbildung 31: Typische Beispiele für elliptisches IIR (200 kHz nur für GN310B; 20 kHz für GN310B und GN311B)

- Teilen durch 4 nicht möglich für Abtastrate von 2 MS/s.
- Gemessen mit einem Kalibrator Fluke 5700A, auf DC-Referenzwert normiert

### Phasentreue von Kanal zu Kanal

Wenn unterschiedliche Filter (Breitband / Bessel IIR / Butterworth IIR usw.) oder unterschiedliche Filterbandbreiten gewählt werden, führt dies zu einer Phasenverschiebung zwischen Kanälen. Alle hier angegebenen Daten sind i.O./n.i.O.-Grenzwerte für Sinuswellensignale mit einer Frequenz  $f$ , gemessen mit einer Abtastrate von 2 MS/s.

	$f \leq 1 \text{ kHz}$	$1 \text{ kHz} < f \leq 10 \text{ kHz}$	$10 \text{ kHz} < f \leq 100 \text{ kHz}$
<b>Breitband</b>			
Kanäle in der Gruppe	$\pm 0,01^\circ$	$\pm 0,03^\circ$	$\pm 0,1^\circ$
Kanäle zwischen Gruppen auf der Eingangskarte	$\pm 0,02^\circ$	$\pm 0,1^\circ$	$\pm 0,7^\circ$
GN310B, Kanäle im Grundgerät	$\pm 0,02^\circ$	$\pm 0,1^\circ$	$\pm 0,8^\circ$
<b>Bessel IIR, Filterfrequenz 200 kHz</b>			
Kanäle in der Gruppe	$\pm 0,01^\circ$	$\pm 0,04^\circ$	$\pm 0,3^\circ$
Kanäle zwischen Gruppen auf der Eingangskarte	$\pm 0,02^\circ$	$\pm 0,1^\circ$	$\pm 1,0^\circ$
GN310B, Kanäle im Grundgerät	$\pm 0,02^\circ$	$\pm 0,1^\circ$	$\pm 1,2^\circ$
<b>Butterworth IIR, Filterfrequenz 200 kHz</b>			
Kanäle in der Gruppe	$\pm 0,01^\circ$	$\pm 0,04^\circ$	$\pm 0,3^\circ$
Kanäle zwischen Gruppen auf der Eingangskarte	$\pm 0,02^\circ$	$\pm 0,1^\circ$	$\pm 1,0^\circ$
GN310B, Kanäle im Grundgerät	$\pm 0,02^\circ$	$\pm 0,1^\circ$	$\pm 1,2^\circ$
<b>Elliptisch IIR, Filterfrequenz 200 kHz</b>			
Kanäle in der Gruppe	$\pm 0,01^\circ$	$\pm 0,04^\circ$	$\pm 0,3^\circ$
Kanäle zwischen Gruppen auf der Eingangskarte	$\pm 0,02^\circ$	$\pm 0,1^\circ$	$\pm 1,0^\circ$
GN310B, Kanäle im Grundgerät	$\pm 0,02^\circ$	$\pm 0,1^\circ$	$\pm 1,2^\circ$
GN310B, Kanäle über mehrere Grundgeräte	Wird durch verwendete Synchronisationsmethode definiert (Keine, IRIG, GPS, Master/Sync, PTP)		

Übersprechen von Kanal zu Kanal

Das Übersprechen von Kanal zu Kanal wird mit einem Abschlusswiderstand von 50 Ω am Eingang und Verwendung von Sinuswellensignalen im benachbarten Kanal (in den benachbarten Kanälen) gemessen. Das Übersprechen von Stromkanälen (Strommodus oder Spannungsmodus) zu Spannungskanälen liegt unterhalb der messbaren Schwelle, deutlich unter -100 dB.

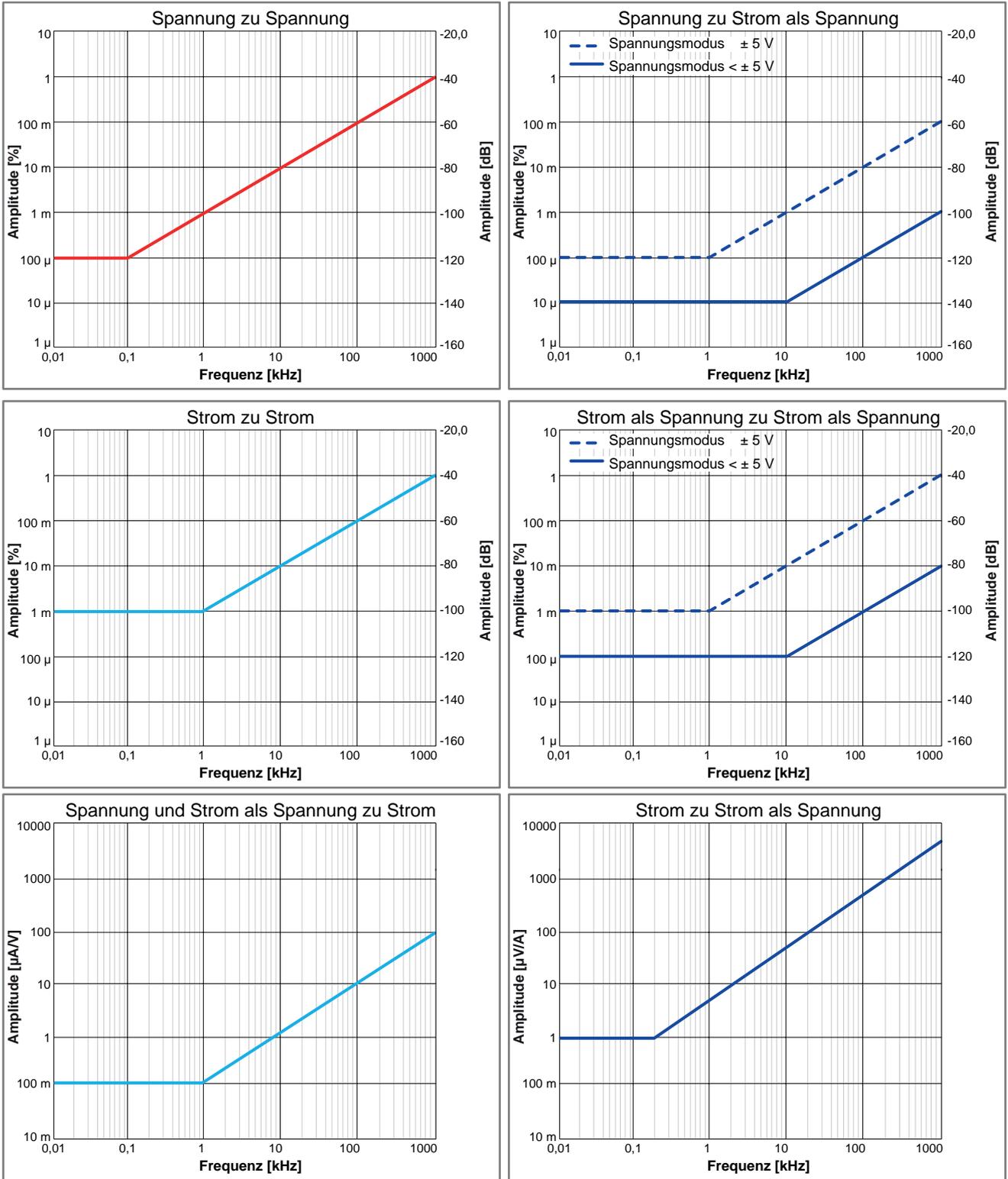


Abbildung 32: Typisches Übersprechen von Kanal zu Kanal

## Digitalereignis/Timer/Zähler

Der Digitalereignis-/Timer-/Zähler-Anschluss befindet sich am Grundgerät. Genaue Anordnung und Anschlussbelegung siehe im Datenblatt des Grundgeräts.

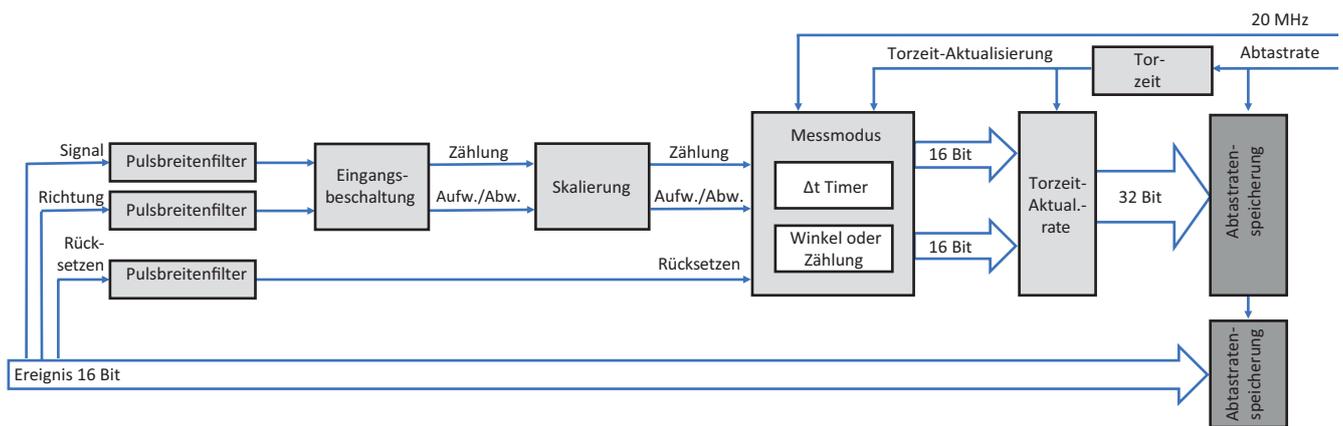


Abbildung 33: Blockschaltbild Timer/Zähler

Digitalereignis-Eingänge	16 pro Karte
Pegel	TTL-Eingangspiegel, benutzerwählbare Invertierung der Pegel
Eingänge	1 Pin pro Eingang, einige Pins werden gemeinsam mit Timer-/Zähler-Eingängen genutzt
Überspannungsschutz	$\pm 30$ V DC kontinuierlich
Minimale Impulsbreite	100 ns
Maximale Frequenz	5 MHz
Digitalereignis-Ausgänge	2 pro Karte
Pegel	TTL-Ausgangspegel, mit Kurzschlusschutz
Ausgang Ereignis 1	Vom Benutzer wählbar: Trigger, Alarm, Setzen auf HIGH oder LOW
Ausgang Ereignis 2	Vom Benutzer wählbar: Aufzeichnung aktiv, Setzen auf HIGH oder LOW
<b>Benutzerauswahl für Digitalereignisse an Ausgängen</b>	
Trigger	1 HIGH-Impuls pro Trigger (nur bei jedem Kanaltrigger dieser Karte) Impulsbreite mindestens 12,8 $\mu$ s Impulsverzögerung 200 $\mu$ s $\pm$ 1 $\mu$ s $\pm$ 1 Messperiode
Alarm	HIGH, wenn Alarmbedingung der Karte aktiviert ist, LOW, wenn sie nicht aktiviert ist Verzögerung des Alarmereignisses 200 $\mu$ s $\pm$ 1 $\mu$ s $\pm$ 1 Messperiode
Aufzeichnung aktiv	HIGH während Aufzeichnung, LOW im Modus Leerlauf oder Pause Ausgabeverzögerung bei aktiver Aufzeichnung von 450 ns
Setzen auf HIGH oder LOW	Ausgang wird auf HIGH oder LOW gesetzt; kann über CSI-Erweiterungen (Customer Software Interface) gesteuert werden; Verzögerung abhängig von spezifischer Softwareimplementierung
Timer/Zähler	4 pro Karte
Pegel	TTL-Eingangspiegel
Eingänge	3 Pins: Signal, Rücksetzen und Richtung Alle Pins werden gemeinsam mit Digitalereignis-Eingängen genutzt
Eingangsbeschaltung	Unidirektionale, bidirektionale und ABZ-Inkrementalgeber (Quadratur)
Messmodi	Zähler (C) Winkel (0 bis 360 Grad) Frequenz ( $\Delta$ Zählung / $\Delta$ t) Drehzahl ( $\Delta$ Zählung / $\Delta$ t / 60 s)
Timer-Genauigkeit	$\pm 25$ ns (20 MHz)
Messzeit	1 bis n Samples (maximales $\Delta$ t vom Benutzer wählbar)
Messzeit und Aktualisierungsrate des Anzeigewerts	Die Messzeit legt die maximale Aktualisierungsrate der Messwerte fest.
Messzeit und minimale Frequenz	Minimale gemessene Frequenz oder Drehzahl = 1 / Messzeit

## Eingangsbeschaltung uni- und bidirektionales Signal

Uni- und bidirektionale Eingangsbeschaltung wird verwendet, wenn das Richtungssignal ein stabiles Signal ist.

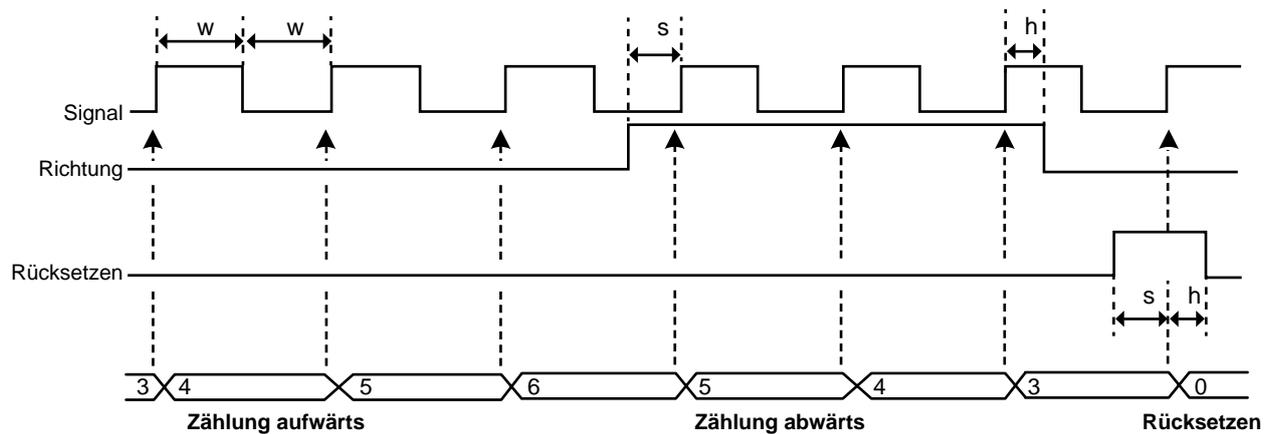
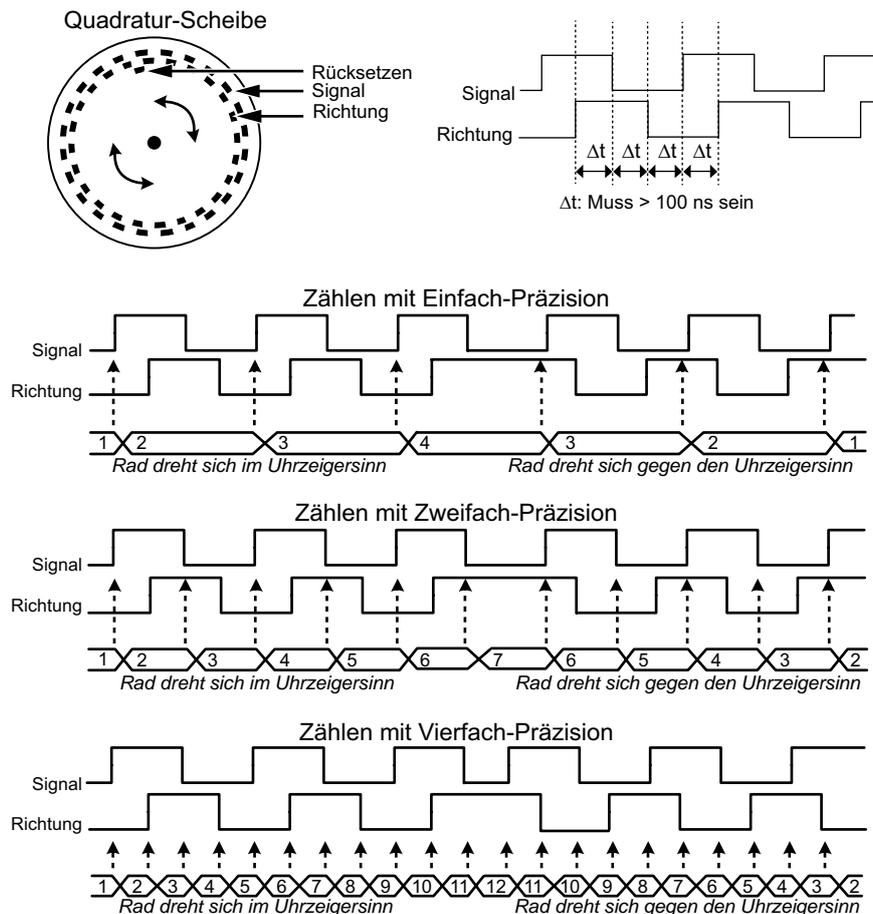


Abbildung 34: Uni- und bidirektionale Zeitsteuerung

Eingänge	3 Pins: Signal, Rücksetzen und Richtung (wird nur bei bidirektionaler Zählung verwendet)
Filter der minimalen Impulsbreite	100 ns, 200 ns, 500 ns, 1 $\mu$ s, 2 $\mu$ s, 5 $\mu$ s
Maximale Frequenz des Eingangssignals	4 MHz
Minimale Impulsbreite ( $\Delta w$ )	100 ns
<b>Rücksetzen des Eingangs</b>	
Pegelempfindlichkeit	Benutzerwählbare Invertierung der Pegel
Minimale Aufbauzeit vor der Signalflanke ( $\Delta s$ )	100 ns
Minimale Haltezeit nach der Signalflanke ( $\Delta h$ )	100 ns
<b>Rücksetzoptionen</b>	
Manuell	Auf Anforderung des Benutzers durch Softwarebefehl
Aufzeichnungsbeginn	Zählerwert wird zu Beginn der Aufzeichnung auf 0 gesetzt
Erster Rücksetzimpuls	Nach dem Beginn der Aufzeichnung setzt der erste Rücksetzimpuls den Zählerwert auf 0 zurück. Die nächsten Rücksetzimpulse werden ignoriert.
Jeder Rücksetzimpuls	Bei jedem externen Rücksetzimpuls wird der Zählerwert auf 0 zurückgesetzt.
<b>Richtungseingang</b>	
Empfindlichkeit des Eingangspegels	Wird nur im bidirektionalen Modus verwendet. Niedrig: Zähler heraufsetzen/positive Frequenz Hoch: Zähler heruntersetzen/negative Frequenz
Minimale Aufbauzeit vor der Signalflanke ( $\Delta s$ )	100 ns
Minimale Haltezeit nach der Signalflanke ( $\Delta h$ )	100 ns

## Eingangsbeschaltung ABZ-Inkrementalgeber (Quadratur)

Wird üblicherweise zum Verfolgen drehender/beweglicher Vorrichtungen mithilfe eines Decoders mit zwei Signalen verwendet, die immer um 90 Grad phasenverschoben sind. Dies ermöglicht z. B. eine direkte Schnittstelle zu Drehmoment- und Drehzahlsensoren von HBM.



**Abbildung 35:** Bidirektionale Quadratur-Zählmodi

Eingänge	3 Pins: Signal, Richtung und Rücksetzen
Filter der minimalen Impulsbreite	100 ns, 200 ns, 500 ns, 1 $\mu$ s, 2 $\mu$ s, 5 $\mu$ s
Maximale Frequenz des Eingangssignals	2 MHz
Minimale Impulsbreite	200 ns ( $2 * \Delta t$ )
Minimale Aufbauzeit	100 ns ( $\Delta t$ )
Minimale Haltezeit	100 ns ( $\Delta t$ )
Genauigkeit	Einfach- (X1), Zweifach- (X2) oder Vierfach- (X4) Präzision
Eingangsbeschaltung	ABZ-Inkrementalgeber (Quadratur)
<b>Rücksetzen des Eingangs</b>	
Pegelempfindlichkeit	Benutzerwählbare Invertierung der Pegel
Minimale Aufbauzeit vor der Signalfanke ( $\Delta t$ )	100 ns
Minimale Haltezeit nach der Signalfanke ( $\Delta t$ )	100 ns
<b>Rücksetzoptionen</b>	
Manuell	Auf Anforderung des Benutzers durch Softwarebefehl
Aufzeichnungsbeginn	Zählerwert wird zu Beginn der Aufzeichnung auf 0 gesetzt
Erster Rücksetzimpuls	Nach dem Beginn der Aufzeichnung setzt der erste Rücksetzimpuls den Zählerwert auf 0 zurück. Die nächsten Rücksetzimpulse werden ignoriert.
Jeder Rücksetzimpuls	Bei jedem externen Rücksetzimpuls wird der Zählerwert auf 0 zurückgesetzt.

**Messmodus Winkel**

Im Messmodus „Winkel“ verwendet der Zähler einen benutzerdefinierten maximalen Winkel und kehrt zu null zurück, wenn dieser Zählerwert erreicht ist. Mithilfe der Funktion zum Zurücksetzen des Eingangs kann der gemessene Winkel mit dem mechanischen Winkel synchronisiert werden. Die Echtzeit-Rechenfunktionen können die Drehzahl unabhängig von der mechanischen Synchronisation aus dem gemessenen Winkel ableiten.

Optionen im Messmodus Winkel

Referenz	Vom Benutzer wählbar. Damit ist es möglich, den Rücksetz-Pin für die Referenzierung des mechanischen Winkels auf den gemessenen Winkel zu verwenden.
Winkel am Referenzpunkt	Benutzerdefiniert zur Festlegung des mechanischen Referenzpunkts
Rücksetzimpuls	Der Winkelwert wird auf den benutzerdefinierten Wert von „Winkel am Referenzpunkt“ zurückgesetzt.
Impulse pro Umdrehung	Benutzerdefiniert zur Festlegung der Auflösung von Inkrementalgeber/Zähler
Maximale Anzahl der Impulse pro Umdrehung	32767
Maximale Drehzahl	30 * Abtastrate (Beispiel: Abtastrate 10 kS/s bedeutet maximal 300 T min-1)

**Messmodus Frequenz/Drehzahl**

Dient zum Messen von Frequenzen jeder Art, z. B. Motordrehzahlen, oder von aktiven Sensoren mit proportionalem Frequenz-Ausgangssignal.

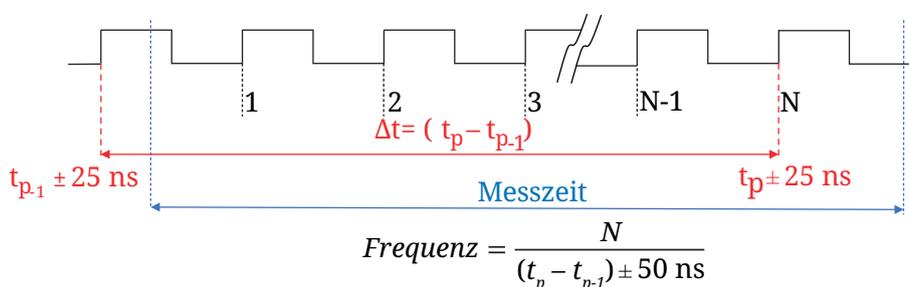


Abbildung 36: Frequenzmessung

Genauigkeit	0,1 % bei Verwendung einer Messzeit von 40 µs oder mehr. Bei niedrigeren Messzeiten kann die Messzeit mithilfe der Echtzeit-Rechenfunktionen oder der Perception-Formeldatenbank verlängert und die Genauigkeit kann dynamischer, z. B. basierend auf den Messzyklen, verbessert werden.
Messzeit	Messperiode (1 / Abtastrate) bis 50 s. Die minimale Messzeit beträgt 50 ns. Sie kann vom Benutzer gewählt werden, um die Aktualisierungsrate unabhängig von der Abtastrate zu steuern.

**Messmodus Zählung/Position**

Der Modus Zählung/Position wird üblicherweise verwendet, um die Bewegung des Messobjekts zu verfolgen. Zur Verringerung der Empfindlichkeit gegenüber Zählungs-/Positionsfehlern durch Störimpulse im Taktsignal das Filter der minimalen Impulsbreite verwenden oder statt der uni-/bipolaren Eingangsbeschaltung ABZ verwenden.

Zählerbereich	0 bis 2 <sup>31</sup> ; unidirektionale Zählung -2 <sup>31</sup> bis +2 <sup>31</sup> - 1; bidirektionale Zählung
---------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Maximale Timer-Ungenauigkeit

Die Timer-Genauigkeit ergibt sich aus einem Kompromiss zwischen der Aktualisierungsrate und der geforderten Mindestgenauigkeit. Diese Tabelle stellt die Beziehungen zwischen der gemessenen Signalfrequenz, der ausgewählten Messzeit (Aktualisierungsrate) und der Timer-Genauigkeit dar. Die Ungenauigkeitsverteilung ist als rechteckig zu betrachten.

Berechnung der Ungenauigkeit:

$$\text{Ungenauigkeit} = \pm \left( \frac{(\text{Signalfrequenz} * 50 \text{ ns})}{\text{INTEGER} ((\text{Signalfrequenz} - 1) * \text{Messzeit})} \right) * 100 \%$$

Mes- sung	Höhere Signalfrequenzen: Signalfrequenz (von 2 MHz bis 10 kHz)									
	2 MHz	1 MHz	500 kHz	400 kHz	200 kHz	100 kHz	50 kHz	40 kHz	20 kHz	10 kHz
1 µs	±10,000 %									
2 µs	±3,333 %	±5,000 %								
5 µs	±1,111 %	±1,250 %	±1,333 %	±2,000 %						
10 µs	±0,526 %	±0,556 %	±0,625 %	±0,667 %	±1,000 %					
20 µs	±0,256 %	±0,263 %	±0,278 %	±0,286 %	±0,333 %	±0,500 %				
50 µs	±0,101 %	±0,102 %	±0,103 %	±0,105 %	±0,111 %	±0,125 %	±0,133 %	±2,000 %		
0,1 ms	±0,050 %	±0,051 %	±0,051 %	±0,051 %	±0,053 %	±0,056 %	±0,063 %	±0,067 %	±0,100 %	
0,2 ms	±0,025 %				±0,026 %	±0,026 %	±0,028 %	±0,029 %	±0,033 %	±0,050 %
0,5 ms	±0,010 %					±0,010 %	±0,010 %	±0,0011 %	±0,0011 %	±0,0013 %
1 ms	±0,0050 %					±0,0051 %	±0,0051 %	±0,0051 %	±0,0053 %	±0,0056 %
2 ms	±0,0025 %								±0,0026 %	±0,0026 %
5 ms	±0,0010 %									
10 ms	±0,0005 %									
20 ms	±0,00025 %									
50 ms	±0,00010 %									
100 ms	±0,00005 %									
Mes- sung	Niedrigere Signalfrequenzen: Signalfrequenz (40 Hz bis 5 kHz)									
	5 kHz	4 kHz	2 kHz	1 kHz	500 Hz	400 Hz	200 Hz	100 Hz	50 Hz	40 Hz
0,5 ms	±0,0133 %	±0,0200 %								
1 ms	±0,0063 %	±0,0067 %	±0,0100 %							
2 ms	±0,0028 %	±0,0029 %	±0,0033 %	±0,0050 %						
5 ms	±0,0010 %	±0,0011 %	±0,0011 %	±0,0013 %	±0,0013 %	±0,0020 %				
10 ms	±0,00051 %	±0,00051 %	±0,00053 %	±0,00056 %	±0,00063 %	±0,00067 %	±0,00100 %			
20 ms	±0,00025 %	±0,00025 %	±0,00026 %	±0,00026 %	±0,00028 %	±0,00029 %	±0,00033 %	±0,00050 %		
50 ms	±0,00010 %	±0,00010 %	±0,00010 %	±0,00010 %	±0,00010 %	±0,00011 %	±0,00011 %	±0,00130 %	±0,00013 %	±0,00020 %
100 ms	±0,000050 %	±0,000050 %	±0,000050 %	±0,000051 %	±0,000051 %	±0,000051 %	±0,000053 %	±0,000056 %	±0,000063 %	±0,000067 %

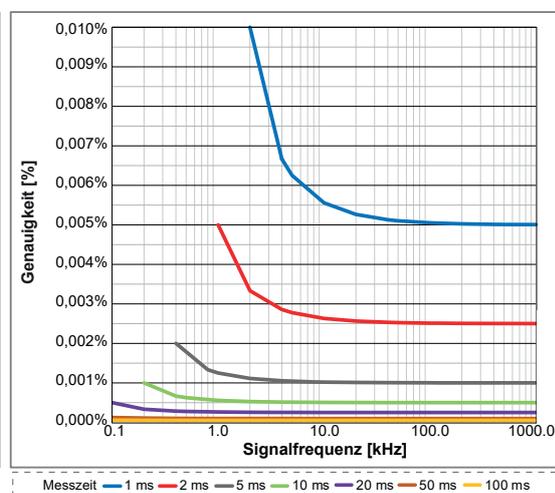
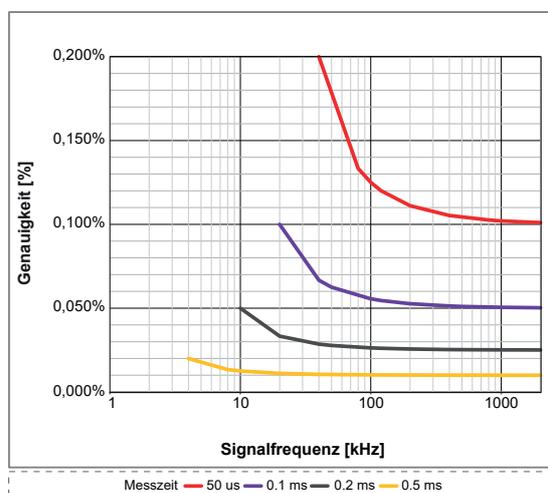


Abbildung 37: Maximale Timer-Ungenauigkeit

**Unsicherheit der Drehmomentmessung bei Verwendung von Frequenzmessungen**

Wenn die Timer/Zähler-Kanäle zum Messen des Drehmoments verwendet werden, kann die durch die Timer-ungenauigkeiten eingeführte Messunsicherheit anhand der folgenden Beispiele berechnet werden, die auf den Drehmomentaufnehmern HBK T40 basieren. Der Drehmomentaufnehmer T40 bietet 3 Varianten für den Frequenzgang: Mittenfrequenz von 10 kHz, 60 kHz oder 240 kHz. Aus den Datenblättern sind die Minimal- und Maximalwerte des Frequenzgangs zu entnehmen, wie in der nachstehenden Tabelle angegeben.

T40-Variante	Frequenzgang, Messbereichsendwert -	Frequenzgang, Messbereichsendwert +
T40 - 10 kHz	5 kHz	15 kHz
T40 - 60 kHz	30 kHz	90 kHz
T40 - 240 kHz	120 kHz	360 kHz

Werden diese Betriebsbereiche den Kurvenzügen der Timer-ungenauigkeit von Abbildung 37 überlagert, ergibt dies Abbildung 38 (siehe unten).

- Im letzten Schritt ist noch die Aktualisierungsrate (Drehmomentbandbreite) mit der erforderlichen Genauigkeit des Drehmoments abzustimmen.
- Die Ungenauigkeit wird unter Verwendung des Frequenzgangs für den Messbereichsendwert - und der gewünschten Messzeit berechnet.
- Mit einem Mindestwert von 60 min<sup>-1</sup> werden die folgenden Ungenauigkeiten berechnet.

Ausgewählte Messzeit	Maximale Ungenauigkeit: T40 - 240 kHz	Maximale Ungenauigkeit: T40 - 60 kHz	Maximale Ungenauigkeit: T40 - 10 kHz
50 µs (rote Kurve links)	0,1200 %	0,1500 %	Nicht möglich
100 µs (violette Kurve links)	0,0546 %	0,0750 %	Nicht möglich
500 µs (orangefarbene Kurve links)	0,0101 %	0,0107 %	0,0125 %
1 ms (blaue Kurve rechts)	0,0050 %	0,0052 %	0,0063 %
2 ms (rote Kurve rechts)	0,0025 %	0,0025 %	0,0028 %
5 ms (graue Kurve rechts)	0,0010 %	0,0010 %	0,0010 %

Für K=1 (Wahrscheinlichkeit 70 %) wird mit der angegebenen Rechteckverteilung und den Werten der maximalen Ungenauigkeit folgende Berechnung durchgeführt:

Messunsicherheit = Maximale Ungenauigkeit \* 0,58 (Umrechnung für Rechteckverteilung)

Messunsicherheit K=1 (Wahrscheinlichkeit ca. 70 %)	Maximale Ungenauigkeit: T40 - 240 kHz	Maximale Ungenauigkeit: T40 - 60 kHz	Maximale Ungenauigkeit: T40 - 10 kHz
50 µs (rote Kurve links)	0,0696 %	0,0870 %	Nicht möglich
100 µs (violette Kurve links)	0,0316 %	0,0435 %	Nicht möglich
500 µs (orangefarbene Kurve links)	0,0059 %	0,0062 %	0,00725 %
1 ms (blaue Kurve rechts)	0,0029 %	0,0029 %	0,00365 %
2 ms (rote Kurve rechts)	0,00145 %	0,0015 %	0,00162 %
5 ms (graue Kurve rechts)	0,00058 %	0,0006 %	0,00058 %

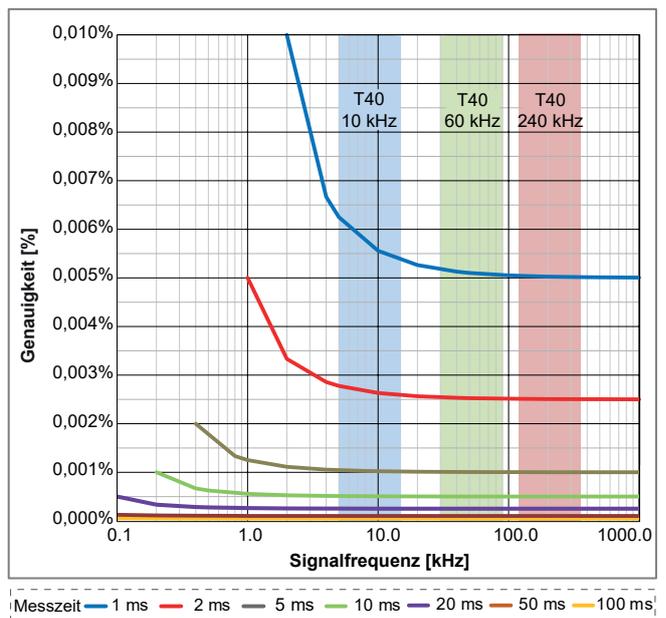
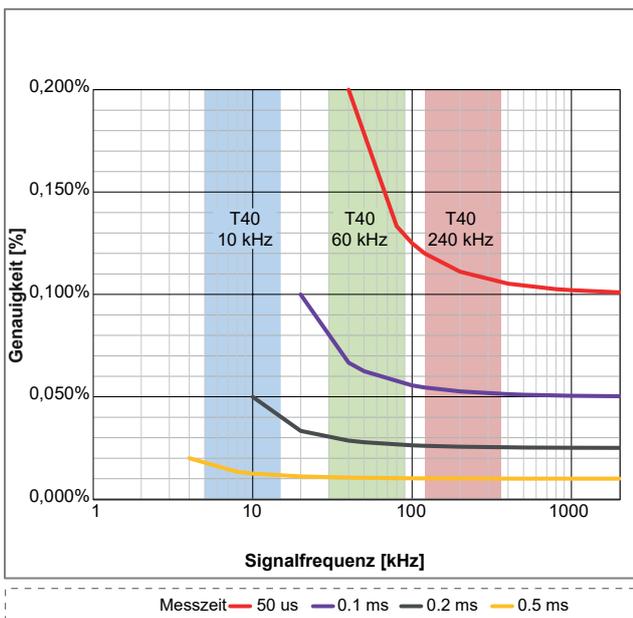


Abbildung 38: Drehmoment-Betriebsbereich gegenüber Ungenauigkeit und Messzeit

## Unsicherheit der Drehzahlmessung (min<sup>-1</sup>) bei Verwendung von Frequenzmessungen

Wenn die Timer/Zähler-Kanäle zum Messen der Drehzahl (min<sup>-1</sup>) verwendet werden, kann die durch die Timer- Ungenauigkeiten eingeführte Messunsicherheit anhand des folgenden Beispiels berechnet werden. Mit der im Datenblatt des Drehzahlsensors angegebenen Anzahl der Impulse pro Umdrehung wird der Frequenzbereich des Sensorausgangs berechnet:

Min. Frequenz = bei der Prüfung verwendete minimale Drehzahl \* Anzahl Impulse pro Umdrehung / 60 s

Max. Frequenz = bei der Prüfung verwendete maximale Drehzahl \* Anzahl Impulse pro Umdrehung / 60 s

Drehzahlsensor, Impulse pro Umdrehung	Frequenz bei 60 min <sup>-1</sup>	Frequenz bei 10.000 min <sup>-1</sup>	Frequenz bei 20.000 min <sup>-1</sup>
180	180 Hz	30 kHz	60 kHz
360	360 Hz	60 kHz	120 kHz
1024	1024 Hz	170,7 kHz	341,3 kHz

Werden diese Betriebsbereiche den Kurvenzügen der Timer- Ungenauigkeit von Abbildung 37 überlagert, ergibt dies Abbildung 39 (siehe unten).

- Im letzten Schritt ist noch die Aktualisierungsrate (Drehmomentbandbreite) mit der erforderlichen Genauigkeit des Drehmoments abzustimmen.
- Aus den Diagrammen lassen sich die Schnittpunkte aus der Überlagerung der Betriebsfrequenzen mit den Kurven der Messzeiten bestimmen.
- Als Beispiele können aus den Diagrammen die folgenden Schnittpunkte (bei 60 min<sup>-1</sup>) bestimmt werden.

Ausgewählte Messzeit	Sensor mit 180 Impulsen	Sensor mit 360 Impulsen	Sensor mit 1024 Impulsen
2 ms (rote Kurve)	Aufzeichnung bei 60 min <sup>-1</sup> nicht möglich	Aufzeichnung bei 60 min <sup>-1</sup> nicht möglich	0,00256 %
5 ms (graue Kurve)	Aufzeichnung bei 60 min <sup>-1</sup> nicht möglich	0,0018 %	0,0010 %
10 ms (grüne Kurve)	0,0009 %	0,0006 %	0,00051 %

Für K=1 (Wahrscheinlichkeit 70 %) wird mit der angegebenen Rechteckverteilung und den Werten der maximalen Ungenauigkeit folgende Berechnung durchgeführt:

Messunsicherheit = Maximale Ungenauigkeit \* 0,58 (Umrechnung für Rechteckverteilung)

Messunsicherheit K=1 (Wahrscheinlichkeit ca. 70 %)	Sensor mit 180 Impulsen	Sensor mit 360 Impulsen	Sensor mit 1024 Impulsen
2 ms (rote Kurve)	Aufzeichnung bei 60 min <sup>-1</sup> nicht möglich	Aufzeichnung bei 60 min <sup>-1</sup> nicht möglich	0,00148 %
5 ms (graue Kurve)	Aufzeichnung bei 60 min <sup>-1</sup> nicht möglich	0,00104 %	0,00059 %
10 ms (grüne Kurve)	0,00052 %	0,00035 %	0,00030 %

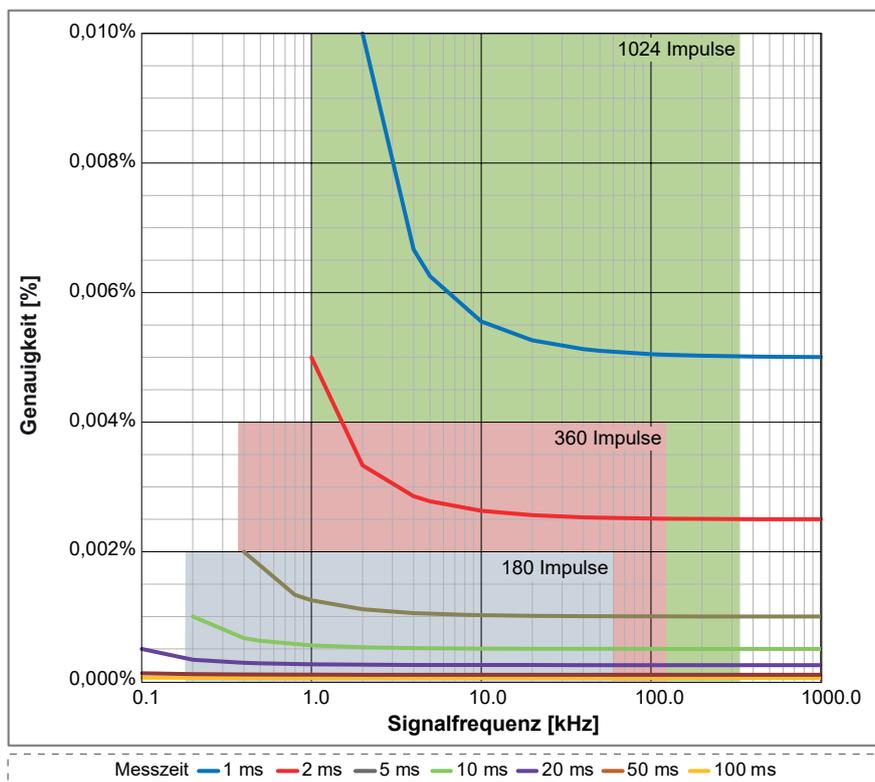


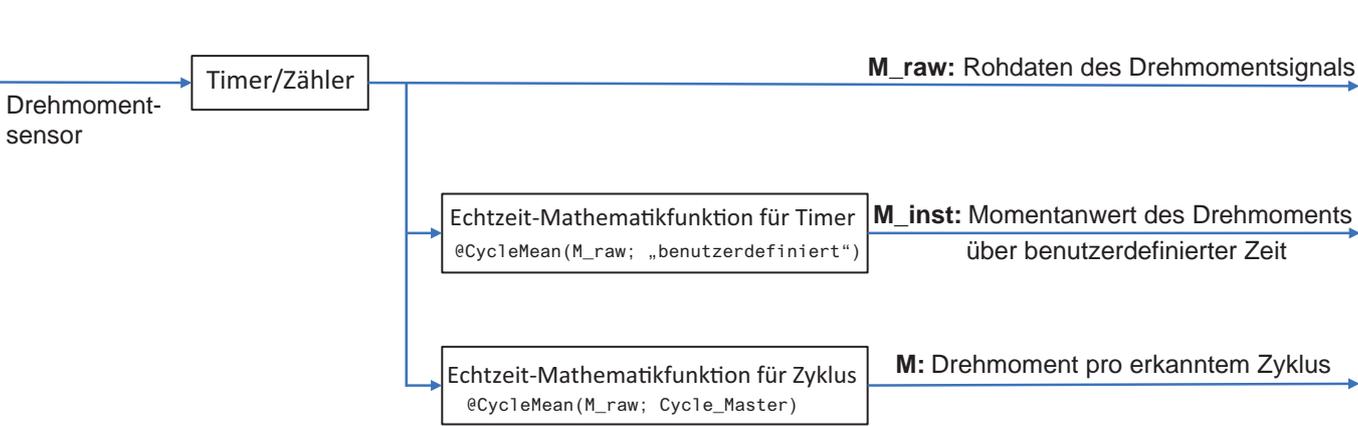
Abbildung 39: Drehzahl-Betriebsbereich (min<sup>-1</sup>) des Sensors gegenüber Ungenauigkeit und Messzeit

**Gleichzeitige Messung von dynamischem Pendelmoment und genauem Drehmoment-Wirkungsgrad**

Wenn z. B. zum Messen eines dynamischen Pendelmoments eine hohe Aktualisierungsrate benötigt wird, aber auch für den Wirkungsgrad eine hohe Genauigkeit gefordert ist, wird mit einer Messzeit von 50 µs gearbeitet und außerdem eine RT-FDB-Funktion zur Berechnung des Mittelwerts für jeden elektrischen Zyklus angewendet.

Das gemessene Drehmomentsignal aus dem Timer/Zähler hat dann eine Genauigkeit von 0,15 bis 0,17 %, während die Drehmomentberechnung für den elektrischen Zyklus (üblicherweise 1 ms oder weniger) eine Genauigkeit von 0,0075 % ergibt.

Da beide Signale gleichzeitig verfügbar sind, ermöglicht das dynamische Signal eine Analyse des Pendelmomentverhaltens; das Signal des elektrischen Zyklus bietet eine sehr hohe Genauigkeit für Wirkungsgradberechnungen.



**Abbildung 40:** Gleichzeitige dynamische und genaue Drehmomentberechnungen

ePower-Signale	Anwendung	Dynamisches Ansprechverhalten	Genauigkeit
M_raw	Pendelmoment	Am höchsten	Am niedrigsten
M_inst	Drehmoment-Mittelwert	Durchschnittlich	Durchschnittlich
M	Wirkungsgradberechnung	Am niedrigsten	Am höchsten

**Alarmausgang**

Alarmmodi von Ereigniskanälen	Prüfung, ob HIGH- oder LOW-Pegel
Kanalübergreifende Alarmer	Logisches ODER der Alarmer von allen gemessenen Kanälen
Alarmausgang	Aktiv, solange die Alarmbedingung gültig ist; Ausgabe wird über Grundgerät unterstützt
Pegel des Alarmausgangs	HIGH oder LOW, vom Benutzer wählbar
Verzögerung des Alarmausgangs	515 µs ± 1 µs + maximal 1 Messperiode Standardeinstellung 516 µs, kompatibel mit Standardverhalten. Die minimale wählbare Verzögerung ist die kleinste Verzögerung, die für alle im Grundgerät verwendeten Datenerfassungskarten verfügbar ist. Die Verzögerung ist gleich der Verzögerung des Triggerausgangs.
Auswahl pro Karte	Ein/Aus, vom Benutzer wählbar
<b>Alarmmodi von Analogkanälen</b>	
Basis	Prüfung, ob über oder unter einem Pegel
Dual	Prüfung, ob außerhalb oder innerhalb der Grenzen
<b>Alarmpegel von Analogkanälen</b>	
Pegel	Maximal 2 Pegeldetektoren
Auflösung	16 Bit (0,0015 %) für jeden Pegel

Triggerung	
Kanaltrigger/Abfragekriterium	1 pro Kanal; vollständig unabhängig für jeden Kanal, über Software wählbar entweder als Trigger oder Abfragekriterium
Länge von Prä- und Post-Trigger	0 bis voller Speicher
Maximale Triggerrate	400 Trigger pro Sekunde
Maximal verzögerter Trigger	1000 Sekunden nach Eintreten eines Triggers
Manueller Trigger (Software)	Unterstützt
Externer Triggereingang	
Auswahl pro Karte	Ein/Aus, vom Benutzer wählbar
Flanke des Triggereingangs	Steigend/fallend am Grundgerät wählbar, für alle Karten identisch
Minimale Impulsbreite	500 ns
Verzögerung des Triggereingangs	$\pm 1 \mu\text{s}$ + maximal 1 Messperiode
Senden an externen Triggerausgang	Benutzerauswahl für Weiterleitung des externen Triggereingangs an den externen BNC-Triggerausgang
Externer Triggerausgang	
Auswahl pro Karte	Ein/Aus, vom Benutzer wählbar
Pegel des Triggerausgangs	HIGH/LOW/HIGH halten; am Grundgerät wählbar, für alle Karten identisch
Impulsbreite des Triggerausgangs	HIGH/LOW: 12,8 $\mu\text{s}$ HIGH halten: Aktiv vom ersten Trigger des Grundgeräts bis zum Aufzeichnungsende Die Impulsbreite wird vom Grundgerät erzeugt; Einzelheiten sind dem Datenblatt des Grundgeräts zu entnehmen
Verzögerung des Triggerausgangs	Wählbar (10 $\mu\text{s}$ bis 516 $\mu\text{s}$ ) $\pm 1 \mu\text{s}$ + maximal 1 Messperiode Standardeinstellung 516 $\mu\text{s}$ , kompatibel mit Standardverhalten. Die minimale wählbare Verzögerung ist die kleinste Verzögerung, die für alle im Grundgerät verwendeten Datenerfassungskarten verfügbar ist.
Kanalübergreifendes Triggern	
Messkanäle	Logisches ODER der Trigger von allen Messsignalen Logisches UND der Abfragekriterien von allen Messsignalen
Berechnungskanäle	Logisches ODER der Trigger von allen Berechnungssignalen (RT-FDB) Logisches UND der Abfragekriterien von allen Berechnungssignalen (RT-FDB)
Triggerpegel von Analogkanälen	
Pegel	Maximal 2 Pegeldetektoren
Auflösung	16 Bit (0,0015 %) für jeden Pegel
Richtung	Steigend/fallend; nur eine Richtungssteuerung für beide Pegel basierend auf ausgewähltem Modus
Hysterese	0,1 bis 100 % des Endwerts; definiert die Empfindlichkeit des Triggers
Impuls erkannt/unterdrückt	Wählbare Optionen sind Deaktivieren/Erkennen/Unterdrücken. Maximale Pulsbreite 65.535 Samples
Modi von Analogkanal-Triggern	
Basis	Durchgang von positivem (POS) oder negativem (NEG) Bereich; nur ein Pegel
Dual (zwei Pegel)	Ein Durchgang durch positiven (POS) und ein Durchgang durch negativen (NEG) Bereich; zwei einzelne Pegel, logisches ODER
Modi von Analogkanal-Abfragekriterien	
Basis	Prüfung, ob über oder unter einem Pegel. Aktiviert/deaktiviert Trigger mit einem einzigen Pegel.
Dual	Prüfung, ob außerhalb oder innerhalb der Grenzen. Aktiviert/deaktiviert Trigger mit zwei Pegeln.
Ereigniskanal-Trigger	
Ereigniskanäle	Je ein eigener Ereignistrigger pro Ereigniskanal
Pegel	Trigger auf steigender Flanke, fallender Flanke oder auf beiden Flanken
Abfragekriterien	Aktiv HIGH oder Aktiv LOW für jeden Ereigniskanal

<b>Onboard-Speicher</b>	
Pro Karte	2 GB (1 GS mit 16-Bit-, 500 MS mit 18-Bit-Speicherung)
Organisation	Automatische Verteilung auf aktivierte Kanäle für Speicherung und Echtzeitberechnungen
Speicherdiagnose	Automatischer Speichertest, wenn System eingeschaltet ist, aber keine Aufzeichnung erfolgt
Benötigter Speicher pro Sample	Vom Benutzer wählbar, 16 oder 18 Bit 16 Bit, 2 Byte/Sample 18 Bit, 4 Byte/Sample

## Rechenfunktionen mit Echtzeit-Formeldatenbank

Die Echtzeit-Formeldatenbank (RT-FDB) bietet eine umfangreiche Sammlung von Mathematik-Routinen, mit denen sich nahezu jede mathematische Aufgabe in Echtzeit lösen lässt. Die Datenbankstruktur bietet dem Benutzer die Möglichkeit, eine Liste mathematischer Gleichungen ähnlich der Formeldatenbank für Auswertung und Wiedergabe (Review) in Perception zu definieren.

Die unterstützte maximale Abtastrate beträgt 2 MS/s.

Wie in der Tabelle dargestellt, stehen mit unterschiedlichen Perception-Versionen mehr oder auch weniger Funktionen zur Verfügung.

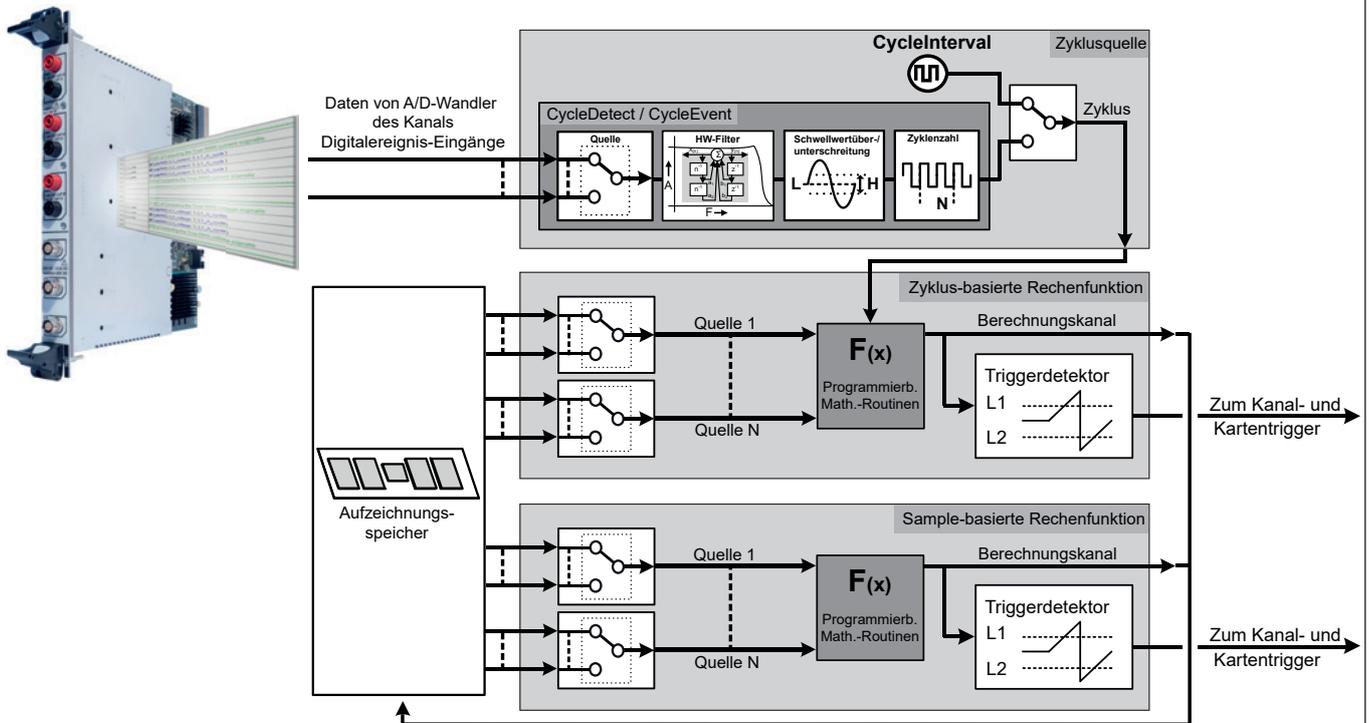


Abbildung 41: Rechenfunktionen der Echtzeit-Formeldatenbank (RT-FDB)

Die Echtzeit-Formeldatenbank unterstützt die folgende Liste von Rechenfunktionen (Einzelheiten zu jeder Rechenfunktion werden im Handbuch zu Perception beschrieben).

Zyklusquelle	Bestimmt die Geschwindigkeit der periodischen Echtzeitberechnung, indem entweder ein Timer eingestellt oder mit Echtzeiterkennung des Nulldurchgangs („Cycle Detect“) gearbeitet wird.
Anzahl Zyklusquellen	4; dies ist die maximale Anzahl an Zyklusquellen, die im RT-FDB-Kontext pro Eingangskarte verwendet werden kann.
<b>Zyklusquelle: Timer</b>	
Dauer des Timers	0,5 ms (2 kHz) bis 1 s (1 Hz)
<b>Zyklusquelle: Zykluserkennung</b>	
Schwellwertüber-/unterschreitung	Echtzeitüberwachung eines Eingangskanals anhand eines einzigen Schwellenwerts sowie von Hysterese und Richtung zur Bestimmung der zyklischen Art des Signals
Zykluswert	Legt die gezählte Anzahl an Zyklen fest, die für die Ausgabe periodischer Berechnungen verwendet werden
Zyklusdauer	Maximale Periode eines Zyklus, die erkannt werden kann: 1 s (1 Hz) Minimale Periode eines Zyklus, die erkannt werden kann: 0,5 ms (2 kHz) Berechnungen werden gestoppt, wenn die Zyklusperiode die maximale oder minimale Zyklusperiode über- bzw. unterschreitet (< 0,5 ms oder > 1 s).
Zyklusquelle: Zyklusereignis	Echtzeitüberwachung von bis zu 2 Digitalereigniseingängen mit Bestimmung der zyklischen Art des Ereignisses mithilfe der steigenden oder fallenden Flanke
Zyklusquelle: Externes Zyklusereignis	Echtzeitüberwachung eines Eingangs für externe Ereignisse mit Bestimmung der zyklischen Art des Ereignisses mithilfe der steigenden oder fallenden Flanke
<b>Triggerdetektor</b>	
Verzögerung des Triggerausgangs	Bei berechneten Signalen sind Trigger um 100 ms verzögert. Die Triggerzeit wird intern korrigiert, damit die Segment-Triggerung korrekt ist. Dadurch verringert sich die maximale Segmentlänge um 100 ms.

Rechenfunktionen mit Echtzeit-Formeldatenbank			
Gruppe	Verfügbare RT-FDB-Funktionen		
<b>Grundrechenarten</b>			
	+ (Addieren) - (Subtrahieren)	* (Multiplizieren) / (Dividieren)	
<b>Boolesche Funktionen</b>			
	AlarmOnLevel And Equal GreaterEqualThan GreaterThan InsideBand	Not NotEqual OneShotTimer Or OutsideBand SetAlarm StartStopTriggerOnBooleanChange StopTriggerOnBooleanChange	ToAsyncBoolean TriggerArmOnBooleanChange TriggerOnBooleanChange TriggerOnLevel Xor
<b>Zyklus</b>			
	CycleArea CycleBusDelay CycleCount CycleCrestFactor CycleDetect CycleEnergy CycleEvent CycleFrequency	CycleFundamentalPhase CycleFundamentalRMS CycleHarmonicPhase CycleHarmonicRMS CycleInterval CycleMax CycleMean CycleMin	CycleNOP CyclePeak2Peak CyclePhase CycleRMS CycleRPM CycleSampleCount CycleStdDev CycleTHD ExternalCycleEvent
<b>eDrive</b>			
	AronConversion DQ0Transformation EfficiencyMode	EfficiencyValue HarmonicsIEC61000 PowerLoss	SpaceVector SpaceVectorInv
<b>Erweiterte Funktionen</b>			
	Abs Atan Atan2 Cos DegreesToRadians Integrate IntegrateGated	LessEqualThan LessThan Max Min Minus Modulo PureDFT	RadiansToDegrees SampleCount Sin Sqrt Tan
<b>Feldbus-Funktionen</b>			
	SetScalarFromFieldbus		
<b>Filterfunktionen</b>			
	FilterBesselBP FilterBesselHP FilterBesselLP HWFilter	FilterButterworthBP FilterButterworthHP FilterButterworthLP	FilterChebyshevBP FilterChebyshevHP FilterChebyshevLP
<b>Mathematische Funktionen</b>			
	NumSamplesMean NumSamplesStdDev	TimedMean TimedStdDev	
<b>Signalgenerierung</b>			
	Ramp Sinewave		

**Echtzeit-Statstream®**

Patentnummer: 7.868.886

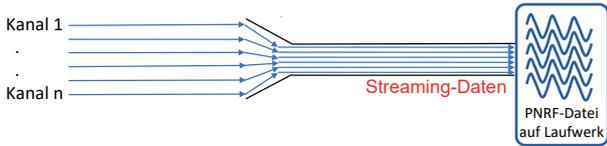
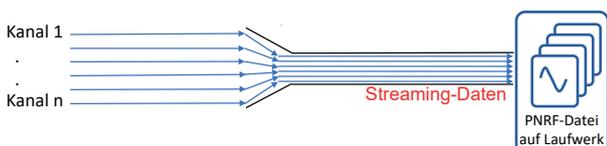
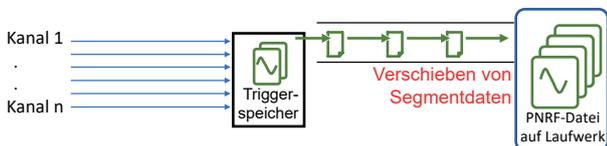
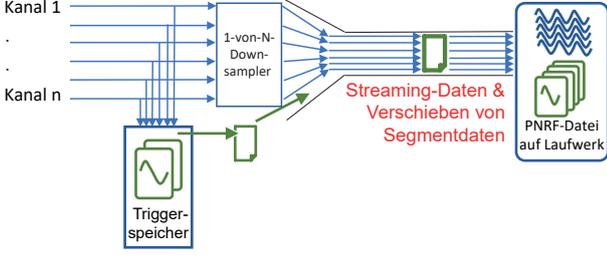
Extrahieren der Basis-Signalparameter in Echtzeit.

Unterstützt Live-Scrollen und Live-Oszilloskopdarstellung von Kurven in Echtzeit sowie Echtzeitanzeigen während der Aufzeichnung.

Während des Durchsehens von Aufzeichnungen beschleunigt dies Anzeige- und Zoomfunktionen sehr großer Aufzeichnungen und verringert die Berechnungszeit für statistische Werte bei großen Datensätzen.

Analogkanäle	Maximum, Minimum, Mittelwert, Spitze-Spitze, Standardabweichung und Effektivwerte
Ereignis-/Timer-/Zähler-Kanäle	Maximum, Minimum und Werte Spitze-Spitze

**Datenaufzeichnungsmodi**

<p><b>Bei Messstart</b></p> 	<p>Datenaufzeichnung auf PC- oder Grundgerät-Laufwerk. Die Datenaufzeichnung auf ein Laufwerk ist durch eine <b>Gesamtabtastrate</b> begrenzt, die Aufzeichnungszeit ist durch die <b>Größe des Laufwerks</b> begrenzt.  <b>Hinweis:</b> Da die Grenze der Gesamtabtastrate von der Ethernet-Geschwindigkeit und dem zum Speichern verwendeten Laufwerk sowie davon abhängt, ob der PC und das Laufwerk auch für andere Zwecke als die Datenaufzeichnung genutzt werden, wird nachdrücklich empfohlen, für höhere Gesamtabtastraten die gewählte Konfiguration vor der Durchführung der eigentlichen Prüfung zu testen.</p>
<p><b>Warten auf Trigger</b></p> 	<p>Getriggerte Datenaufzeichnung auf PC- oder Grundgerät-Laufwerk. Die getriggerte Datenaufzeichnung auf ein Laufwerk ist durch eine <b>Gesamtabtastrate</b> begrenzt, die Aufzeichnungszeit ist durch die Größe des Laufwerks begrenzt.  <b>Hinweis:</b> Da die Grenze der Gesamtabtastrate von der Ethernet-Geschwindigkeit und dem zum Speichern verwendeten Laufwerk sowie davon abhängt, ob der PC und das Laufwerk auch für andere Zwecke als die Datenaufzeichnung genutzt werden, wird nachdrücklich empfohlen, für höhere Gesamtabtastraten die gewählte Konfiguration vor der Durchführung der eigentlichen Prüfung zu testen.          Nicht empfohlen für Transienten/nur einmalige/zerstörende Prüfungen.</p>
<p><b>Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren</b></p> 	<p>Getriggerte Datenaufzeichnung in den Triggerspeicher auf der Eingangskarte. Bei der getriggerten Datenaufzeichnung in den Triggerspeicher gibt es <b>keine Abtastratenbegrenzungen</b>, die Aufzeichnungszeit ist durch die <b>Größe des Triggerspeichers</b> begrenzt. Im Triggerspeicher aufgezeichnete getriggerte Daten werden so schnell wie möglich auf ein Laufwerk verschoben.  <b>Hinweis:</b> Dieser Datenaufzeichnungsmodus garantiert, dass die Daten immer gemäß den vom Benutzer definierten Einstellungen aufgezeichnet werden.          Empfohlen für Transienten/nur einmalige/zerstörende Prüfungen.</p>
<p><b>Bei Messstart reduzierte Rate und Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren</b></p> 	<p>Datenaufzeichnung auf PC- oder Grundgerät-Laufwerk und gleichzeitig getriggerte Datenaufzeichnung in den Triggerspeicher auf der Eingangskarte. Die Datenaufzeichnung mit reduzierter Rate auf ein Laufwerk ist durch eine <b>Gesamtabtastrate</b> begrenzt, und die Aufzeichnungszeit ist durch die <b>Größe des Laufwerks</b> begrenzt. Bei der getriggerten Datenaufzeichnung in den Triggerspeicher gibt es <b>keine Abtastratenbegrenzungen</b>, die Zeit der getriggerten Datenaufzeichnung ist durch die <b>Größe des Triggerspeichers</b> begrenzt. Die im Triggerspeicher aufgezeichneten getriggerten Daten werden so schnell wie möglich auf ein Laufwerk verschoben. Da das Verschieben dieser Daten gleichzeitig mit der Datenaufzeichnung mit reduzierter Rate erfolgt, nimmt es Bandbreite der Gesamtabtastrate in Anspruch.  <b>Hinweis:</b> Da die Grenze der Gesamtabtastrate von der Ethernet-Geschwindigkeit und dem zum Speichern verwendeten Laufwerk sowie davon abhängt, ob der PC und das Laufwerk auch für andere Zwecke als die Datenaufzeichnung genutzt werden, wird nachdrücklich empfohlen, für höhere Gesamtabtastraten sowie für eine höhere Anzahl von Triggern pro Sekunde die gewählte Konfiguration vor der Durchführung der eigentlichen Prüfung zu testen.</p>

## Vergleich der Datenaufzeichnung

	Begrenzung der Gesamtabtastrate	Maximal aufgezeichnete Daten	Direkte Aufzeichnung auf Laufwerk	Zuerst Triggerspeicher	Trigger zum Starten der Aufzeichnung erforderlich
Bei Messstart	Ja	Freier Speicher auf Laufwerk	Ja	Nein	Nein
Warten auf Trigger	Ja	Freier Speicher auf Laufwerk	Ja	Nein	Ja
Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren	Nein	Triggerspeicher	Nein	Ja	Ja
Bei Messstart reduzierte Rate und Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren	Reduzierte Rate: Ja	Freier Speicher auf Laufwerk	Ja	Nein	Nein
	Abtastrate: Nein	Triggerspeicher	Nein	Ja	Ja

## Begrenzungen der Gesamtabtastrate bei Verwendung von Streaming-Daten



Die maximale Gesamt-Streaming-Rate pro Grundgerät ist definiert durch Typ und SSD (Solid State Drive) des Grundgeräts, die Ethernet-Geschwindigkeit, das PC-Laufwerk und andere PC-Parameter. Wenn eine Gesamtabtastrate gewählt wird, die höher als die Gesamt-Streaming-Rate des Systems ist, arbeitet der Speicher auf jeder Eingangskarte nach dem FIFO-Prinzip. Sobald dieser FIFO-Speicher voll ist, wird die Aufzeichnung ausgesetzt (vorübergehend werden keine Daten aufgezeichnet). Während dieser Zeit wird der FIFO-Speicher auf ein Laufwerk übertragen. Wenn alle FIFO-Speicher leer sind, wird die Aufzeichnung automatisch wieder aufgenommen. Um eine ausgesetzte Aufzeichnung nach Abschluss der Aufzeichnung kenntlich zu machen, werden Benutzerbenachrichtigungen zur Aufzeichnungsdatei hinzugefügt.

**Definitionen für getriggerte Aufzeichnungen**

Die Angaben in dieser Tabelle gelten für:

- Warten auf Trigger
- Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren
- Bei Messstart reduzierte Rate und Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren

<p><b>Segment</b></p> 	
<p>Definiert durch ein Triggersignal, Prä- und Post-Trigger-Daten und optional Zwischen-Trigger-Daten und/ oder ein Stopp-Triggersignal.</p>	

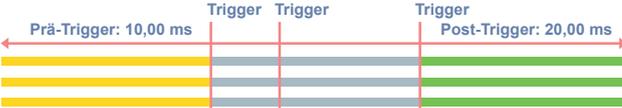
**Getriggerte Datensegmente**

Prä-Trigger-Daten	<p>Daten, die vor einem Triggersignal aufgezeichnet werden.  <b>Hinweis:</b> Wenn ein Triggersignal empfangen wird, bevor die vollständige Länge der Prä-Trigger-Daten aufgezeichnet wurde, wird der Trigger akzeptiert, und die aufgezeichneten Prä-Trigger-Daten werden automatisch auf die zum Zeitpunkt des Triggers verfügbaren Prä-Trigger-Daten reduziert.</p>
Post-Trigger-Daten	<p>Nach einem Trigger- oder Stopp-Triggersignal aufgezeichnete Daten.  <b>Hinweis:</b> Die Aufzeichnung der Post-Trigger-Daten kann je nach Auswahl für „Post-Trigger beginnt bei“ erneut gestartet oder verzögert werden.</p>
Zwischen-Trigger-Daten	<p>Daten, die aufgrund eines bzw. mehrerer erneuter Trigger oder beim Warten auf den Stopp-Trigger aufgezeichnet werden.                  Die Länge der Zwischen-Trigger-Daten ist nicht festgelegt, sondern wird basierend auf der Zeitsteuerung der Trigger- oder Stopp-Triggersignale hinzugefügt.</p>

**Triggersignale**

Triggersignal	<p>Dieses Signal beendet die Prä-Trigger- und startet die Post-Trigger-Datenaufzeichnung. Weitere Einzelheiten siehe im Tabellenabschnitt „Post-Trigger beginnt bei“.                  Ein Triggersignal kann für einen externen Eingangstrigger, für Analog- und Digitalkanäle sowie mithilfe einfacher bis komplexer Formeln aus der Echtzeit-Formeldatenbank (RT-FDB) konfiguriert werden.</p>
Stopp-Triggersignal	<p>Dieses Signal startet die Post-Trigger-Datenaufzeichnung, wenn sich das System im Modus „Post-Trigger beginnt bei Stopp-Trigger“ befindet.                  Weitere Einzelheiten siehe im Tabellenabschnitt „Post-Trigger beginnt bei“.                  Ein Stopp-Triggersignal kann für einen externen Eingangstrigger und mithilfe einfacher bis komplexer Formeln aus der Echtzeit-Formeldatenbank (RT-FDB) konfiguriert werden.</p>

**Post-Trigger beginnt bei**

Erstem Trigger	
<p>Das erste Triggersignal beendet die Prä-Trigger-Datenaufzeichnung und startet die Aufzeichnung der Post-Trigger-Daten.                  Jeder <b>Trigger</b>, der während der Post-Trigger-Datenaufzeichnung empfangen wird, wird ignoriert.                  In diesem Modus gibt es keine Zwischen-Trigger-Daten.                  Das daraus resultierende Segment enthält Prä- und Post-Trigger-Daten.</p>	
Jedem Trigger	
<p>Der erste Trigger beendet die Prä-Trigger-Datenaufzeichnung und startet die Aufzeichnung der Post-Trigger-Daten.                  Jeder <b>Trigger</b>, der während der Post-Trigger-Datenaufzeichnung empfangen wird, startet die Aufzeichnung von Post-Trigger-Daten erneut.                  Alle aufgezeichneten Post-Trigger-Daten, die zum Zeitpunkt des Triggers aufgezeichnet sind, werden zu den Zwischen-Trigger-Daten hinzugefügt.                  Das daraus resultierende Segment enthält Prä-, Zwischen- und Post-Trigger-Daten.</p>	

## Definitionen für getriggerte Aufzeichnungen

Stopp-Trigger	
	<p>Das Triggersignal beendet die Prä-Trigger-Datenaufzeichnung und startet die Zwischen-Trigger-Datenaufzeichnung. Der Stopp-Trigger beendet dann die Zwischen-Trigger-Datenaufzeichnung und startet die Post-Trigger-Datenaufzeichnung.</p> <p>Jeder <b>Trigger</b>, der während der Zwischen-Trigger- und Post-Trigger-Datenaufzeichnung empfangen wird, wird ignoriert.</p> <p>Jeder <b>Stopp-Trigger</b>, der während der Prä-Trigger- und Post-Trigger-Datenaufzeichnung empfangen wird, wird ignoriert.</p> <p>Das daraus resultierende Segment enthält Prä-, Zwischen- und Post-Trigger-Daten.</p>

## Triggerspeicher bei der Aufzeichnung gefüllt

Die Größe des Triggerspeichers ist begrenzt, sodass sich dieser Speicher leicht füllen kann, wenn hohe Abtastraten in Kombination mit hohen Triggerraten verwendet werden. In diesem Abschnitt wird erklärt, wie Trigger gehandhabt werden, wenn der Triggerspeicher vollständig gefüllt ist.

Post-Trigger beginnt bei	Auswahl der Segmentaufzeichnung
Erstem Trigger	Ein neues Segment wird erst aufgezeichnet, wenn zum Zeitpunkt des Empfangs eines Triggersignals sowohl die Prä- als auch die Post-Trigger-Daten in den freien Triggerspeicher passen. Wenn nicht genug freier Triggerspeicher verfügbar ist, werden nur die Triggerzeit und die Triggerquelle aufgezeichnet (keine Aufzeichnung von Prä- bzw. Post-Trigger-Daten).
Jedem Trigger	Ein neues Segment wird nach denselben Regeln gestartet, die auch für den Modus beim ersten Trigger gelten. Wenn während der Post-Trigger-Aufzeichnung ein neuer Trigger empfangen wird, wird das Segment nur mit neuen Post-Trigger-Daten erweitert, wenn die zusätzlichen Post-Trigger-Daten in den verfügbaren freien Triggerspeicher passen. Wenn nicht genug Triggerspeicher verfügbar ist, werden die bereits aufgezeichneten Prä-, Zwischen- und Post-Trigger-Daten für den (die) zuvor empfangenen Trigger aufgezeichnet.
Stopp-Triggersignal	Ein neues Segment wird erst aufgezeichnet, wenn zum Zeitpunkt des Empfangs eines Triggersignals sowohl die Prä-, als auch 2,5 ms Zwischen- und die Post-Trigger-Daten in den freien Triggerspeicher passen. Wenn kein Stopp-Triggersignal empfangen wird, bevor der Triggerspeicher aufgefüllt ist, wird die Segmentaufzeichnung automatisch zu dem Zeitpunkt gestoppt, an dem der Triggerspeicher vollständig gefüllt ist.

### Begrenzungen bei getriggertem Aufzeichnung

Die Angaben in dieser Tabelle gelten für:

- Warten auf Trigger
- Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren
- Bei Messstart reduzierte Rate und Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren

	Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren		Warten auf Trigger	
	Bei Messstart reduzierte Rate und Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren			
Getriggerte Datenaufzeichnung	Begrenzte Aufzeichnungszeit		Nutzung der verfügbaren Laufwerksgröße	
Abtastrate	Unbegrenzte Abtastraten		Niedrige bis mittlere Abtastraten (abhängig vom verwendeten System)	
Kanalzahl	Unbegrenzte Kanalzahl		Niedrige bis mittlere Kanalzahlen (abhängig vom verwendeten System)	
<b>Maximale Anzahl an Segmenten</b>				
Im Triggerspeicher	2000		Nicht zutreffend	
In PNRF-Aufzeichnungsdatei	200.000		1	
Segment-Parameter	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Prä-Trigger-Länge	0	Triggerspeicher der Eingangskarte	0	Verfügbarer freier Speicher auf Laufwerk
Post-Trigger-Länge	0	Triggerspeicher der Eingangskarte	0	0
Segmentlänge	10 Samples	Triggerspeicher der Eingangskarte	1 Minute	Verfügbarer freier Speicher auf Laufwerk
Maximale Segmentrate	400/s		Nicht zutreffend	
Mindestzeit zwischen Triggern	2,5 ms		Nicht zutreffend	
Totzeit zwischen Segmenten	0 ms		Nicht zutreffend	

Detailangaben zur Datenerfassung <sup>(1)</sup>

16-Bit-Auflösung									
Datenaufzeichnungsmodus	Bei Messstart und Warten auf Trigger			Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren			Bei Messstart reduzierte Rate und Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren		
	Aktivierte Messkanäle			Aktivierte Messkanäle			Aktivierte Messkanäle		
	1 Kn.	6 Kn.	6 Kn. u. Ereign.	1 Kn.	6 Kn.	6 Kn. u. Ereign.	1 Kn.	6 Kn.	6 Kn. u. Ereign.
Max. Triggerspeicher	nicht verwendet			1 GS	166 MS	142 MS	800 MS	133 MS	113 MS
Max. Trigger-Abtastrate	nicht verwendet			2 MS/s (GN310B) 200 kS/s (GN311B)			2 MS/s (GN310B) 200 kS/s (GN311B)		
Max. reduzierter FIFO	1 GS	166 MS	142 MS	nicht verwendet			199 MS	33 MS	28 MS
Max. (reduzierte) Abtastrate	2 MS/s (GN310B) 200 kS/s (GN311B)			nicht verwendet			Trigger-Abtastrate / 2		
Max. reduzierte Gesamt-Streaming-Rate	2 MS/s 4 MB/s	12 MS/s 24 MB/s	14 MS/s 28 MB/s	nicht verwendet			2 MS/s 4 MB/s	12 MS/s 24 MB/s	14 MS/s 28 MB/s
18-Bit-Auflösung									
Datenaufzeichnungsmodus	Bei Messstart und Warten auf Trigger			Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren			Bei Messstart reduzierte Rate und Warten auf Trigger, um zuerst Triggerspeicher zu aktivieren		
	Aktivierte Messkanäle			Aktivierte Messkanäle			Aktivierte Messkanäle		
	1 Kn.	6 Kn.	6 Kn. u. Ereign. Timer/Zähler	1 Kn.	6 Kn.	6 Kn. u. Ereign. Timer/Counter	1 Kn.	6 Kn.	6 Kn. u. Ereign. Timer/Counter
Max. Triggerspeicher	nicht verwendet			500 MS	83 MS	44 MS	400 MS	66 MS	35 MS
Max. Trigger-Abtastrate	nicht verwendet			2 MS/s (GN310B) 200 kS/s (GN311B)			2 MS/s (GN310B) 200 kS/s (GN311B)		
Max. reduzierter FIFO	500 MS	83 MS	55 MS	nicht verwendet			99 MS	16 MS	10 MS
Max. (reduzierte) Abtastrate	2 MS/s (GN310B) 200 kS/s (GN311B)			nicht verwendet			Trigger-Abtastrate / 2		
Max. reduzierte Gesamt-Streaming-Rate	2 MS/s 8 MB/s	12 MS/s 48 MB/s	18 MS/s 72 MB/s	nicht verwendet			2 MS/s 8 MB/s	12 MS/s 48 MB/s	18 MS/s 72 MB/s

(1) Verwendete Terminologie ist auf die Software Perception abgestimmt.

Umgebungsbedingungen	
Temperaturbereich	
Im Betrieb	-20 °C bis +55 °C (-4 °F bis +131 °F)
Nicht im Betrieb (Lagerung)	-25 °C bis +70 °C (-13 °F bis +158 °F)
Überhitzungsschutz	Automatische Abschaltung bei mehr als +85 °C (185 °F) mit Warnungen ab +75 °C (+167 °F)
Relative Luftfeuchtigkeit	0 % bis 80 %; nicht kondensierend (im Betrieb)
Schutzart	IP20
Höhenlage	Max. 2000 m (6562 ft) über dem Meeresspiegel (im Betrieb)
Stoßen: IEC 60068-2-27	
Im Betrieb	Halbsinus 15 g/11 ms; 3 Achsen, 1000 Schocks in positiver und negativer Richtung
Nicht im Betrieb	Halbsinus 35 g/6 ms; 3 Achsen, 3 Schocks in positiver und negativer Richtung
Schwingen: IEC 60068-2-64	
Im Betrieb	2 g eff, ½ h; 3 Achsen, Zufallsschwingungen 5 bis 500 Hz
Nicht im Betrieb	3 g eff, 1 h; 3 Achsen, Zufallsschwingungen 5 bis 500 Hz
Umweltprüfungen im Betrieb	
IEC 60068-2-1, Kälte, Prüfung Ad	-20 °C (-4 °F) über 2 Stunden
Feuchte Wärme, IEC 60068-2-3, Prüfung Ca	+55 °C (+131 °F), Luftfeuchtigkeit > 93 % rF über 4 Tage
Umweltprüfungen, nicht im Betrieb (Lagerung)	
IEC 60068-2-1, Kälte, Prüfung Ab	-25 °C (-13 °F) über 72 Stunden
IEC 60068-2-2, Trockene Wärme, Prüfung Bb	+70 °C (+158 °F), Luftfeuchtigkeit < 50 % rF über 96 Stunden
Temperaturwechsel IEC 60068-2-14, Prüfung Na	-25 °C bis +70 °C (-13 °F bis +158 °F) 5 Zyklen, Änderung innerhalb von 2 bis 3 Minuten, Haltezeit 3 Stunden
Feuchte Wärme, zyklisch IEC 60068-2-30, Prüfung Db, Variante 1	+25 °C/+55 °C (+77 °F/+131 °F), Luftfeuchtigkeit >95/90 % rF 6 Zyklen, Zyklusdauer 24 Stunden

**Harmonisierte Normen für CE- und UKCA-Konformität gemäß den folgenden Richtlinien<sup>(1)</sup>****Niederspannungsrichtlinie (NSR): 2014/35/EU****Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): 2014/30/EU****Elektrische Sicherheit**

EN 61010-1 (2017) Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Allgemeine Anforderungen

EN 61010-2-030 (2017) Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise

**Elektromagnetische Verträglichkeit**

EN 61326-1 (2013) Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

**Störaussendung**EN 55011 Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte - Funkstörungen  
Leitungsgeführte Störgrößen: Klasse B; abgestrahlte Störgrößen: Klasse A

EN 61000-3-2 Grenzwerte für Oberschwingungsströme: Klasse D

EN 61000-3-3 Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen

**Störfestigkeit**EN 61000-4-2 Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität;  
Kontaktentladung  $\pm 4$  kV/Luftentladung  $\pm 8$  kV: Bewertungskriterium BEN 61000-4-3 Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder;  
80 MHz bis 2,7 GHz mit 10 V/m, 1000 Hz AM: Bewertungskriterium AEN 61000-4-4 Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst  
Netz  $\pm 2$  kV mit Koppelnetzwerk. Kanal  $\pm 2$  kV mit kapazitiver Koppelzange: Leistungskriterium BEN 61000-4-5 Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen  
Netz  $\pm 0,5$  kV/ $\pm 1$  kV Leitung gegen Leitung und  $\pm 0,5$  kV/ $\pm 1$  kV/ $\pm 2$  kV Leitung gegen Masse; Kanal  $\pm 0,5$  kV/ $\pm 1$  kV mit Koppelnetzwerk: Bewertungskriterium BEN 61000-4-6 Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder  
150 kHz bis 80 MHz, 1000 Hz AM; 10 V eff am Netz, 3 V eff am Kanal, beide mit Zange:  
Bewertungskriterium AEN 61000-4-11 Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen  
Spannungseinbrüche: Bewertungskriterium A; Unterbrechungen: Bewertungskriterium C

- (1)  The manufacturer declares on its sole responsibility that the product is in conformity with the essential requirements of the applicable UK legislation and that the relevant conformity assessment procedures have been fulfilled.

Manufacturer:

**Hottinger Brüel & Kjaer GmbH**  
Im Tiefen See 45  
64293 Darmstadt  
Germany

Importer:

**Hottinger Brüel & Kjaer UK Ltd.**  
Technology Centre Advanced Manufacturing Park  
Brunel Way Catcliffe  
Rotherham  
South Yorkshire  
S60 5WG  
United Kingdom

Anschlussdiagramm des Adapters für künstlichen Sternpunkt

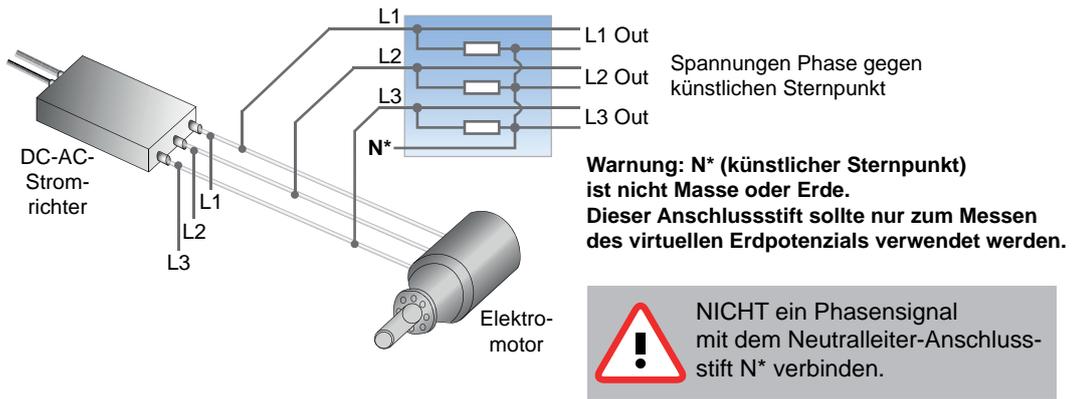


Abbildung 42: Typische Verwendung des Adapters für künstlichen Sternpunkt mit drei Phasen

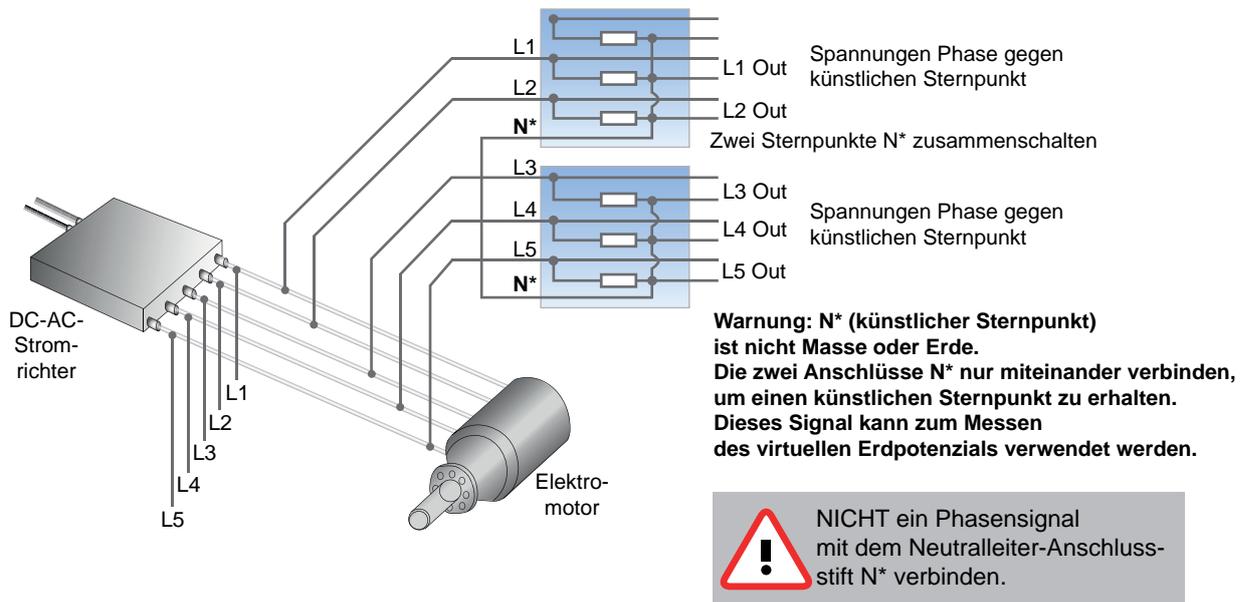


Abbildung 43: Typische Verwendung des Adapters für künstlichen Sternpunkt mit fünf oder mehr Phasen

## Schulungsprogramm für Perception und eDrive



Abbildung 45: Perception-Schulung vor Ort

HBM bietet kostenpflichtige professionelle Schulungs- und Support-Programme für alle API-Schnittstellen an (PNRF-Reader, RPC und CSI). Die auf C# basierenden Schulungsprogramme können vor Ort oder zentral an einem HBM-Standort durchgeführt werden. Bei Schulungen vor Ort können individuelle Kundenwünsche berücksichtigt werden. Support kann in der Entwicklung einer vollständig kundenspezifischen Softwareanwendung oder in der Beantwortung von Fragen von Softwareingenieuren bestehen.

S-TRAIN1-GEN_PERC	Basisschulung vor Ort zu GEN DAQ/PERCEPTION, 1. Tag Inhalt (Beispiel): Grundlagen zu Nutzung, Geräteeinrichtung, Datenerfassung. Die Schulung kann an kundenspezifische Anforderungen angepasst werden.
S-TRAIN2-GEN_PERC	Erweiterte Schulung vor Ort zu GEN DAQ/PERCEPTION, 2. Tag Die Schulung kann an kundenspezifische Anforderungen angepasst werden.
S-TRAIN1-eDRIVE	Basisschulung vor Ort zu anwendungsspezifischen Themen von eDrive, 1. Tag Inhalt (Beispiel): Grundlagen zu Nutzung, Geräteeinrichtung, Datenerfassung. Die Schulung kann an kundenspezifische Anforderungen angepasst werden.
S-TRAIN2-eDRIVE	Erweiterte Schulung vor Ort zu anwendungsspezifischen Themen von eDrive, 2. Tag. Die Schulung kann an kundenspezifische Anforderungen angepasst werden.
1-PERC-CSI-TRAIN	Zweitägige Schulung vor Ort zur Perception-CSI für Softwareprogrammierer. In dieser Schulung lernen Programmierer u. a., wie die ersten Schritte bei der Verwendung der CSI-Vorlage ausgeführt, Änderungen an der Perception-Benutzeroberfläche vorgenommen, neue mathematische Routinen zur Formeldatenbank hinzugefügt oder wie User Keys hinzugefügt werden. Die genauen Schulungsinhalte können vollständig kundenspezifisch an die Bedürfnisse der Programmierer angepasst werden, z. B. indem die Erstellung konkreter CSI-Änderungen durchgesprochen und anhand von Beispielen erläutert wird. Grundlegende Programmierkenntnisse in C# mit der Software Microsoft® Visual Studio sind Voraussetzung für die Teilnahme an dieser Schulung. Noch weiter auf individuelle Wünsche zugeschnittene Schulungen auf Anfrage.
1-PERC-CSI-PROJ	Eintägiger E-Mail-/Telefon-Support für Programmierer von Perception-CSI oder -RPC. Der Support erfolgt durch einen erfahrenen Software-Ingenieur von HBM. Support-Inhalte können von der Beantwortung von Fragen „Wie mache ich...?“, Hilfestellung beim Analysieren von (Leistungs-) Problemen jeder Art bis hin zur Erstellung einfacher Codefragmente als Programmierbeispiele für Einsteiger reichen.

## Kalibrierdienstleistung

HBM bietet eine große Auswahl an Kalibrierdienstleistungen an. Weitere Informationen sind beim zuständigen Vertriebsmitarbeiter zu erfragen.

HBM empfiehlt eine jährliche Neukalibrierung aller Systeme und Aufnehmer.



Abbildung 44: HBM Kalibrierprozess

Anschlussdiagramm des HBM Stromwandlers (CT) für GN310B/GN311B

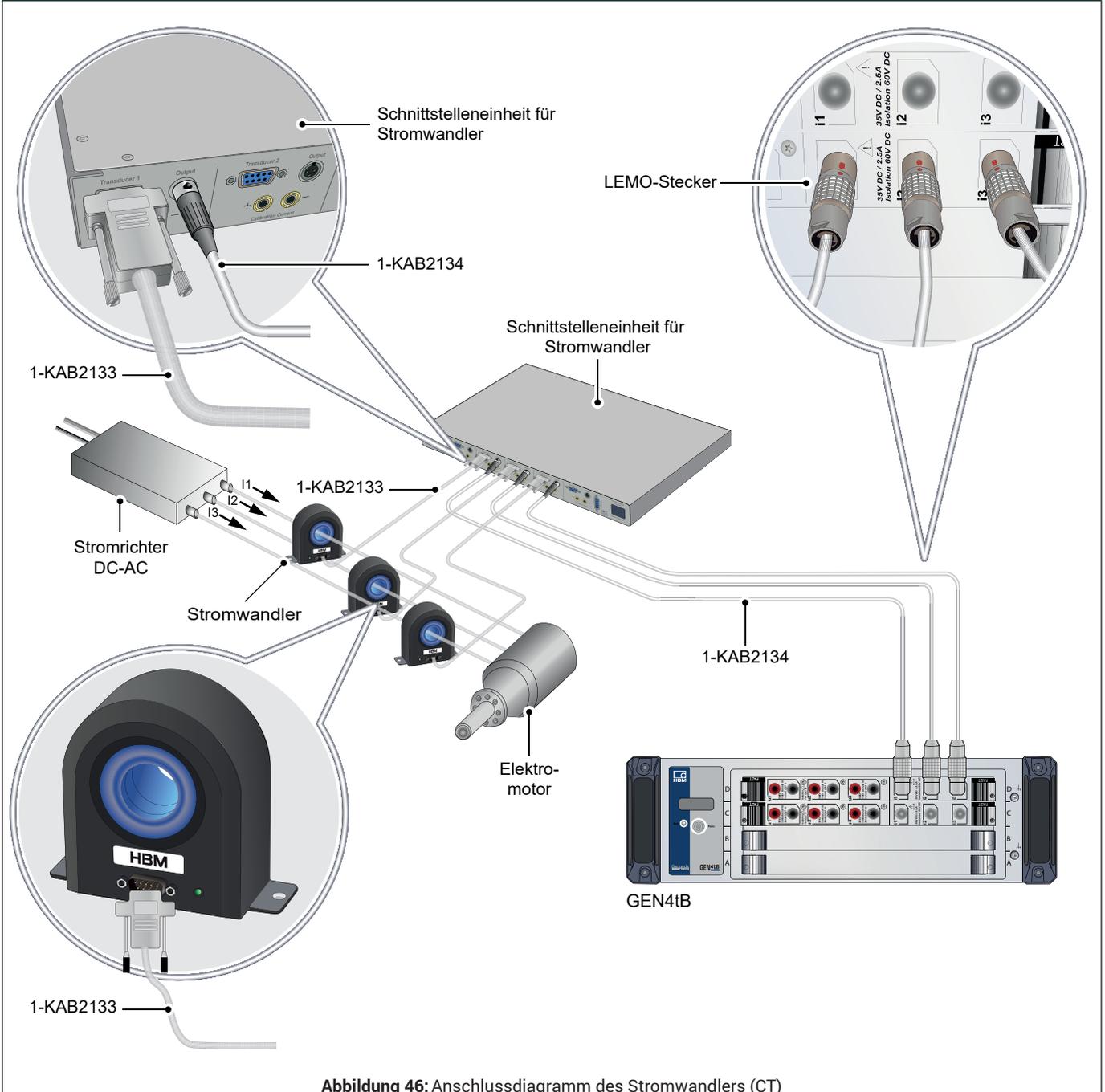


Abbildung 46: Anschlussdiagramm des Stromwandlers (CT)

## Stromwandler, gesondert zu bestellen

Stromwandler mit extrem stabiler, hochgenauer Fluxgate-Technologie für nicht-intrusive, isolierte Messung



Abbildung 47: HBM Stromwandler, Schnittstelleneinheit und Kabel

### Übersicht über die Stromwandler-Familie

Typ	Stromstärke, max.	Bandbreite (-3 dB)	Größe der Öffnung	Bestell-Nr.
CTS50ID	75 A DC / 50 A eff	1000 kHz	27,6 mm	1-CTS50ID
CTS200ID	300 A DC / 200 A eff	500 kHz	27,6 mm	1-CTS200ID
CTS400ID	600 A DC / 400 A eff	300 kHz	27,6 mm	1-CTS400ID
CTS600ID	900 A DC / 600 A eff	500 kHz	27,6 mm	1-CTS600ID
CTM1200ID	1500 A DC / 1200 A eff	400 kHz	45,0 mm	1-CTM1200ID
CTT50ID	75 A DC / 50 A eff	2000 kHz	20,7 mm	1-CTT50ID
CTT100ID	150 A DC / 100 A eff	2000 kHz	20,7 mm	1-CTT100ID
CTT200ID	285 A DC / 200 A eff	2000 kHz	20,7 mm	1-CTT200ID
CTN1000ID	1500 A DC / 1000 A eff	400 kHz	41,0 mm	1-CTN1000ID

### Schnittstellen und Kabel für Stromwandler (CTs), gesondert zu bestellen

Artikel	Beschreibung	Bestellnummer
CT-Schnittstelleneinheit	 <p>Schnittstelleneinheit für bis zu sechs Stromwandler. 9-polige D-Sub-Eingangsanschlüsse nach Industriestandard. Mehrpolige XLR-Ausgangsanschlüsse. Unterstützt Zugang zu Wicklung für die Wandlerkalibrierung über 4-mm-Bananenstecker. LEDs an der Vorderseite zeigen Normalbetrieb jedes Wandlers an. Eingangsspannung 100 bis 240 V AC, 50/60 Hz AC. Eingangsspannung 120 bis 370 V DC. Montage in 19"-Rack, 1 HE.</p>	1-CTPSIU-6-1U
CT-Kabel	 <p>Stromwandler-Anschlusskabel nach Industriestandard. Geschirmtes, niederohmiges 9-adriges Kabel mit 9-poligen D-SUB-Steckverbindern an beiden Enden. Unterstützt Leistungs-, Status- und Stromausgang und Kalibrierungseingang. Längen: 2, 5, 10 und 20 Meter (6, 16, 32 und 65 ft)</p>	1-KAB2133-2 1-KAB2133-5 1-KAB2133-10 1-KAB2133-15 1-KAB2133-20
Eingangskabel mit Bananensteckern	 <p>Geschirmtes Kabel für Stromkanäle von 1-GN31xB. LEMO-Breakout-Kabel mit 4-mm-Bananensteckern für Gleichstrom (blau), Spannung als Strom (rot), isolierte Masse/Rückstrom (schwarz) und Schirm (gelb). Das Kabel ist geschirmt, um die typischen Auswirkungen der elektromagnetischen Störungen zu minimieren, die von Stromversorgungen mit hoher Schaltleistung erzeugt werden. Erhältliche Länge: 1 m (3.3 ft)</p>	1-KAB2136-1

Strommesszangen (Optionen, gesondert zu bestellen)		
Artikel	Beschreibung	Bestellnummer
AC/DC-Stromzange i30s	 Hall-Effekt-Gleich-/Wechselstromzange; 30 mA bis 30 A DC; 30 mA bis 20 A eff AC; DC- 100 kHz; BNC-Ausgangskabel 2 m (6.5 ft), inkl. Adapter für 4-mm-Sicherheitsbananenstecker; 9-V-Batterie erforderlich.	1-G912
AC-Stromzange SR661	 Wechselstromzange; 100 mA bis 1200 A eff AC; 1 Hz - 100 kHz; Ausgangskabel mit Sicherheits-BNC, Länge 2 m (6.5 ft).	1-G913
AC-Stromzange M1V20-2	 Hochgenaue Wechselstromzange; 50 mA bis 20 A; 30 Hz - 40 kHz; Ausgangskabel mit BNC aus Metall, Länge 2 m (6.5 ft).	1-G914

Bestellinformationen		
Artikel	Beschreibung	Bestellnummer
Isolierter Leistungsanalysator, 2 MS/s 	<p>Eingangskarte mit 3 Leistungskanälen (Spannung und Strom) zur Unterstützung von Analog-Digital-Wandlern mit 18 Bit bei 2 MS/s und 2 GB Speicher.</p> <p>Spannungseingänge im Bereich von <math>\pm 50</math> V bis <math>\pm 1500</math> V DC. Stromeingänge mit eingebauten Shunts im Bereich von <math>\pm 75</math> mA bis <math>\pm 2</math> A oder <math>\pm 50</math> mV bis <math>\pm 20</math> V für die Verwendung von Stromzangen.</p> <p>Die bis 7,4 kV geprüfte Isolierung ermöglicht sichere Messungen bis 1000 V CAT IV oder 1500 V DC. An Spannungseingängen werden vollständig isolierte 4-mm-Bananenstecker verwendet, an Stromeingängen dagegen ein LEMO-Stecker.</p> <p>Im Lieferumfang enthalten ist die Echtzeit-Formeldatenbank für Berechnungen von Sample zu Sample sowie für zyklusbasierte Rechenfunktionen und Triggerung durch berechnete Ergebnisse.</p> <p>Unterstützt von Perception v8.00 und höher.</p>	1-GN310B
Isolierter Leistungsanalysator, 200 kS/s 	<p>Eingangskarte mit 3 Leistungskanälen (Spannung und Strom) zur Unterstützung von Analog-Digital-Wandlern mit 18 Bit bei 200 kS/s und 2 GB Speicher.</p> <p>Spannungseingänge im Bereich von <math>\pm 50</math> V bis <math>\pm 1500</math> V DC. Stromeingänge mit eingebauten Shunts im Bereich von <math>\pm 75</math> mA bis <math>\pm 2</math> A oder <math>\pm 50</math> mV bis <math>\pm 20</math> V für die Verwendung von Stromzangen.</p> <p>Die bis 7,4 kV geprüfte Isolierung ermöglicht sichere Messungen bis 1000 V CAT IV oder 1500 V DC. An Spannungseingängen werden vollständig isolierte 4-mm-Bananenstecker verwendet, an Stromeingängen dagegen ein LEMO-Stecker.</p> <p>Im Lieferumfang enthalten ist die Echtzeit-Formeldatenbank für Berechnungen von Sample zu Sample sowie für zyklusbasierte Rechenfunktionen und Triggerung durch berechnete Ergebnisse.</p> <p>Unterstützt von Perception v8.00 und höher.</p>	1-GN311B

Spezial-Spannungssonden, gesondert zu bestellen		
Artikel	Beschreibung	Bestellnummer
Differenzieller Tastkopf, 5 kV eff, 20 M $\Omega$ , 50:1 	<p>Differenzieller Hochpräzisions-Tastkopf für 5 kV eff, 20 M<math>\Omega</math>, 50:1, 0,2 % zur Verwendung in Kombination mit den Datenerfassungskarten GNGN610B, GN611B (HVD50R-61x), GN310B und GN311B (HVD50R-31x). Das integrierte Erdungsüberwachungssystem erhöht die Sicherheit für den Anwender und schützt die Eingänge der GEN-Serie vor Lasten, die die Isolierung übersteigen würden.</p>	HVD50R-61x HVD50R-31x Bestellung über den Support (Custom Systems) <sup>(1)</sup>
Hochspannungskabel 5 kV eff 	<p>Das Hochspannungskabel (HVC) dient als Verlängerung für Messkabel mit Spannungen bis 5 kV eff. Die Verlängerung wird an ein Kabel an der Eingangsklemme des differenziellen Hochpräzisions-Tastkopfs HVD10, HVD50R-61x und HVD50R-31x angeschlossen.</p> <p>Das HVC entspricht IEC 61010-031:2015 und erfüllt die Anforderungen für 1000 V eff CAT IV und 1500 V DC CAT IV.</p>	HVC Bestellung über den Support (Custom Systems) <sup>(1)</sup>

(1) Kontakt für Anfragen: [customsystems@hbkworl.com](mailto:customsystems@hbkworl.com)  
 Fordern Sie ein Angebot/Informationen zu Spezialprodukten für die GEN-Serie an.

Zubehör, gesondert zu bestellen		
Artikel	Beschreibung	Bestellnummer
Adapter für künstlichen Sternpunkt	 Der Adapter für künstlichen Sternpunkt ist eine Aufsteck-Schnittstellenkarte zur Messung von 3-Phasen-Signalen mit den Datenerfassungskarten GN310B/GN311B. Dieser Adapter erzeugt einen virtuellen/künstlichen Sternpunkt beim Messen von 3-Phasen-Signalen.	1-3PH-STR-1K0-CAT2
1000 V CAT IV / 1500 V DC CAT III Isolierte geschirmte Prüflleitungen, 3-adrig	 Das Kabel verfügt über Bananenstecker mit Sicherheitsummantelung für: <ul style="list-style-type: none"> <li>3-Phasen-Messung (schwarz/braun/grau) oder Neutralleiter gegen Leitung in Einphasensystemen</li> <li>Kabelschirmanschluss (gelb)</li> </ul> Das Kabel ist geschirmt, um die typischen Auswirkungen der von Hochleistungsinvertoren erzeugten elektromagnetischen Störungen zu minimieren, sowie zur Minimierung der Störaussendungen während der Anstiegszeiten der mit diesem Kabel gemessenen Umschaltspannungen von Invertoren. Erhältliche Längen: 1,5 m (4.92 ft), 3,0 m (9.84 ft), 6,0 m (19.7 ft), 12 m (39.4 ft), 20 m (65.6 ft)	1-KAB2139-1.5 1-KAB2139-3 1-KAB2139-6 1-KAB2139-12 1-KAB2139-20
Kabel XLR zu LEMO für GN31XB	 Anschlusskabel für CT-Schnittstelleneinheit an DAQ-Eingangskarte für Leistungsmessungen GN31xB. Ausgestattet mit XLR- und LEMO-Steckverbindern zum Anschluss eines Gleichstromausgangs an die GEN DAQ-Karte. Länge 2 m (6 ft)	1-KAB2134-2
Eingangskabel mit Bananensteckern	 Geschirmtes Kabel für Stromkanäle von 1-GN31xB. LEMO-Breakout-Kabel mit 4-mm-Bananensteckern für Gleichstrom (blau), Spannung als Strom (rot), isolierte Masse/Rückstrom (schwarz) und Schirm (gelb). Das Kabel ist geschirmt, um die typischen Auswirkungen der elektromagnetischen Störungen zu minimieren, die von Stromversorgungen mit hoher Schaltleistung erzeugt werden. Erhältliche Länge: 1 m (3.3 ft)	1-KAB2136-1
Spannungseingang-Kabel mit BNC-Buchse	 Geschirmtes Kabel für Stromkanäle im Spannungsmodus von 1-GN31xB. LEMO-Breakout-Kabel mit BNC-Buchse für einfach herzustellende Anschlüsse, z. B. von Stromzangen. Die BNC-Buchse wird an den Kontaktstift für den Spannungseingang des Stromkanals angeschlossen. Das Kabel ist einseitig geschirmt, um die typischen Auswirkungen der elektromagnetischen Störungen zu minimieren, die von Stromversorgungen mit hoher Schaltleistung erzeugt werden.	1-KAB2140-3
Spannungseingang-Kabel mit BNC-Stecker	 Geschirmtes Kabel für Stromkanäle im Spannungsmodus von 1-GN31xB. LEMO-Breakout-Kabel mit BNC-Stecker für einfach herzustellende Anschlüsse, z. B. von Stromzangen. Der BNC-Stecker wird an den Kontaktstift für den Spannungseingang des Stromkanals angeschlossen. Das Kabel ist einseitig geschirmt, um die typischen Auswirkungen der elektromagnetischen Störungen zu minimieren, die von Stromversorgungen mit hoher Schaltleistung erzeugt werden. Erhältliche Länge: 2 m (6.6 ft)	1-KAB2137-2
Eingangskabel mit offenen Enden	 Geschirmtes Kabel für Stromkanäle von 1-GN31xB. LEMO-Breakout-Kabel mit offenen Enden für Gleichstrom, Spannung als Strom, isolierte Masse/Rückstrom und Schirm (die einzelnen Adern sind beschriftet). Kann für zusätzliche Stromanschlüsse verwendet und/oder an Messpunkte gelötet werden. Das Kabel ist geschirmt, um die typischen Auswirkungen der elektromagnetischen Störungen zu minimieren, die von Stromversorgungen mit hoher Schaltleistung erzeugt werden. Erhältliche Länge: 3 m (9.8 ft)	1-KAB2138-3

**Hottinger Brüel & Kjaer GmbH**

Im Tiefen See 45 · 64293 Darmstadt · Germany  
Tel. +49 6151 803-0 · Fax +49 6151 803-9100  
[www.hbkworld.com](http://www.hbkworld.com) · [info@hbkworl.com](mailto:info@hbkworl.com)

Subject to modifications. All product descriptions are for general information only.  
They are not to be understood as a guarantee of quality or durability.