DATENBLATT

GEN-Serie GN815 (GN816)
Basis/IEPE-Eingangskarte ISO 2 MS/s (200 kS/s)

CHARAKTERISTISCHE MERKMALE

- Unterstützung von IEPE-Aufnehmern
- Unterstützung von TEDS Klasse 1 für IEPE
- Isolierte Eingänge, asymmetrisch differenziell
- Eingangsbereich ± 10 mV bis ± 50 V
- Analoge/digitale AA-Filter
- Abtastrate 18 Bit bei 2 MS/s (200 kS/s)
- 8 Analogkanäle
- 2 GB (200 MB) Speicher
- Isolierter BNC-Steckverbinder pro Kanal
- Zyklische Echtzeit-Rechenfunktionen
- Triggern bei Echtzeitergebnissen
- Digitalereignis/Timer/Zähler
- Tastkopf 1 kV eff CAT II
- Differenzieller Tastkopf 1 kV eff
- Stromzangen und Bürden

Funktionen und Vorteile von GN815/GN816

Die isolierte GEN DAQ Basis/IEPE-Eingangskarte mit 2 MS/s (200 kS/S) bietet vielfältige Signalverarbeitungsmöglichkeiten für Spannungseingänge, extern verarbeitete Signale oder Tastköpfe und Stromzangen.
Diese Karte unterstützt auch IEPE-Aufnehmer und TEDS Klasse 1 zum einfachen Konfigurieren der Datenerfassungskanäle. Integrierte Diagnosefunktionen unterstützen die automatische Erkennung des angeschlossenen Sensors sowie von offenen oder kurzgeschlossenen Stromkreisen.
Der Messverstärker bietet Spannungseingänge von ± 10 mV bis ± 50 V. Ein optimaler Schutz vor Alias-Effekten wird durch ein analoges Anti-Aliasing-Filter 7. Ordnung in Kombination mit einem Analog-Digital-Wandler mit fester Abtastrate von 2 MS/s erreicht.
Die digitalen Filter bieten bei voller Abtastrate des A/D-Wandlers eine Anti-Aliasing-Filtercharakteristik höherer Ordnung mit präziser Phasentreue und rauschfreiem Digitalausgang.

Für wirkliche Echtzeitauswertungen stellt die Karte Echtzeitzyklus- oder Timer-basierte Rechenfunktionen bereit. Das automatische Erkennen des Nulldurchgangs ermöglicht asynchrone Berechnungen des echten Effektivwerts, des Mittelwerts und weitere Berechnungen zum Auslösen der Aufzeichnung.
Die Datenerfassungskarte der GEN DAQ-Serie bietet 16 Digitalereignis-Eingänge, zwei Digitalereignis-Ausgänge und zwei Timer-/Zähler-Kanäle.
Spannungssonden ermöglichen einseitig geerdete Messungen im Bereich von 600 V eff CAT III / 1000 V CAT II oder differenzielle Messungen im Bereich von 1000 V eff CAT III (1000 V Gleichtakt).
Mit Stromzangen und externen Bürden können Gleichströme gemessen werden.

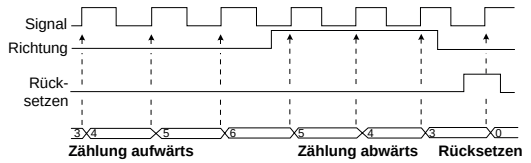
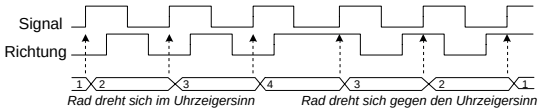
Die Fähigkeiten im Überblick		
Modell	**GN815**	**GN816**
Maximale Abtastrate pro Kanal	2 MS/s	200 kS/s
Speicher pro Datenerfassungskarte	2 GB	200 MB
Analogkanäle	8	
Anti-Aliasing-Filter	Analoges AA-Filter mit fester Bandbreite, kombiniert mit digitalem, auf die Abtastrate nachgeführten AA-Filter	
Auflösung des A/D-Wandlers	18 Bit	
Isolation	Kanal gegen Kanal und Kanal gegen Gehäuse	
Eingangstyp	Analog, isoliert asymmetrisch differenziell	
Passive Spannungs-/Stromzangen	Passive, einseitig geerdete Spannungssonden	
Aufnehmer und Sensoren	IEPE	
TEDS	Klasse 1, IEPE-Aufnehmer	
Echtzeitzyklus-basierte Rechenfunktionen	32; Zyklus- und Timer-basierte Rechenfunktionen mit Triggerung durch berechnetes Ergebnis	
Rechenfunktionen mit Echtzeit-Formeldatenbank (Option)	Nicht unterstützt	
Echtzeitausgabe von Berechnungsergebnissen	Nicht unterstützt	
Digitalereignis/Timer/Zähler	16 Digitalereignis- und 2 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**	**GEN17tA/ GEN17tB**	**GEN3iA**	**GEN7iA / GEN7iB** (1)
GN815 / GN816	Ja					
GEN DAQ-API	Ja				Ja(2)	
EtherCAT®	Nein	Ja			Nein	
CAN/CAN FD	Ja				Nein	

(1) GEN7iA / GEN7iB mit eingeschränkter Unterstützung (nur erste drei Steckplätze)

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

Unterstützte Analogsensoren und Tastköpfe		
Perception-Eingangstyp	**Sensor-/Tastkopftypen**	**Bemerkungen**
Basis-Spannung	• Einseitig geerdeter Spannungseingang • Passive einseitig geerdete Tastköpfe • Aktive differenzielle Tastköpfe • Stromzangen • Externe Strombürden	• Isolierter BNC-Eingang
IEPE	• IEPE-Schwingungssensoren • ICP®-Beschleunigungssensoren • 2, 4, 6 oder 8 mA bei ≥ 23 V	• TEDS Klasse I • Diagnosefunktionen mit automatischer Erkennung des angeschlossenen Sensors, von offenen oder kurzgeschlossenen Stromkreisen • Isolierter Eingang

Unterstützte digitale Sensoren (TTL-Eingangspegel)		
Eingangstyp Timer/Zähler	**Unterstützte digitale Sensoren**	**Merkmale**
 **Abbildung 1:** Uni- und bidirektionales Taktsignal	• Drehmomentaufnehmer von HBK • Drehmomentsensoren • Drehzahlsensoren • Positionssensoren	• Winkelmessung • Frequenz-/Drehzahlmessung • Zählung/Positionsmessung • Zählfrequenz bis 5 MHz • Digitale Filterung von Eingangssignalen • Mehrere Rücksetzoptionen • RT-FDB kann basierend auf der Winkelmessung einen Berechnungskanal für Frequenz/Drehzahl hinzufügen
 **Abbildung 2:** ABZ-Inkrementalgeber (Quadratur)	• Drehmomentaufnehmer von HBK • Drehmomentsensoren • Drehzahlsensoren • Positionssensoren	• Winkelmessung • Frequenz-/Drehzahlmessung • Zählung/Positionsmessung • Zählfrequenz bis 2 MHz • Digitale Filterung von Eingangssignalen • Zählen mit Einfach-, Zweifach- und Vierfach-Präzision • Nachführung an Übergängen, um Drift der Zählung zu vermeiden • Mehrere Rücksetzoptionen • RT-FDB kann basierend auf der Winkelmessung einen Berechnungskanal für Frequenz/Drehzahl hinzufügen

Blockschaltbild

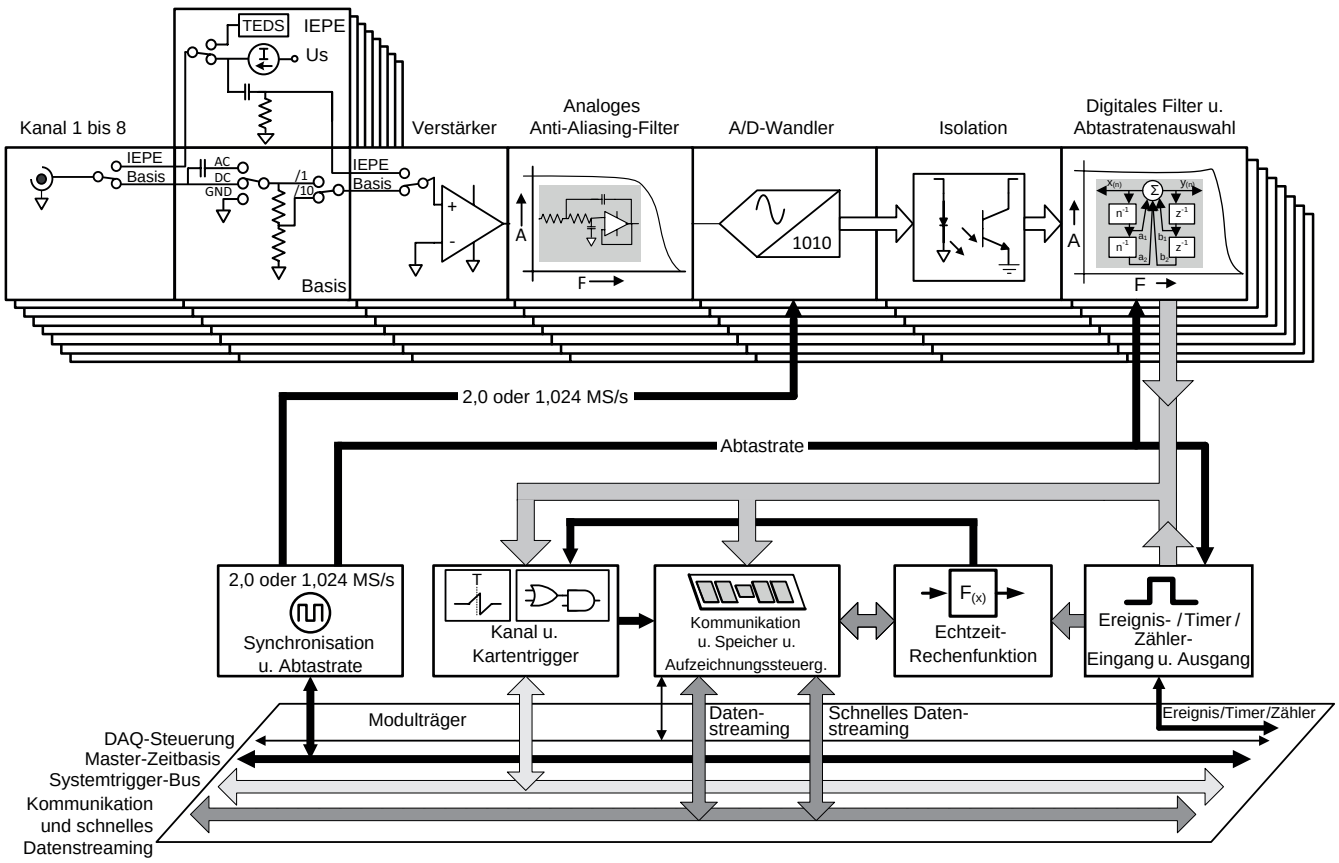


Abbildung 3: Blockschaltbild

Technische Daten und Messunsicherheit

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

Die von einem Analogverstärker ausgehende Fehlerquelle ist eine lineare Funktion (**y = 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 * 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 Gleichtaktunterdrückung.
Eine Neukalibrierung nach Konfigurationsänderungen wird deshalb nachdrücklich empfohlen.

Analogeingänge		
Kanäle	8	
Anschlüsse	Isolierter BNC-Steckverbinder aus Metall	
Eingangstyp	Analog, isoliert asymmetrisch differenziell	
Eingangsimpedanz		
Impedanz 1 MΩ	Bereiche ≤ ± 1 V: ± 1 % // 58 pF Bereiche > ± 1 V: ± 10 % Alle anderen Bereiche 66 pF ± 10 %	
Eingangsbeschaltung		
Beschaltungsmodi	AC, DC, GND	
Frequenz der AC-Beschaltung (Impedanz 1 MΩ)	1,6 Hz ± 10 %; -3 dB	

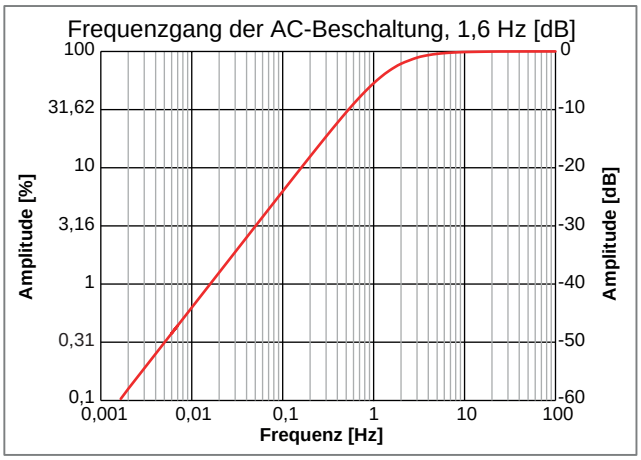


Abbildung 4: Typischer Frequenzgang der AC-Beschaltung

Bereiche (Impedanz 1 MΩ)	± 10 mV, ± 20 mV, ± 50 mV, ± 0,1 V, ± 0,2 V, ± 0,5 V, ± 1 V, ± 2 V, ± 5 V, ± 10 V, ± 20 V, ± 50 V	
Offset	± 50 % in 1000 Schritten (0,1 %); Bereich ± 50 V hat einen festen Offset von 0 %	
Gleichtakt (bezogen auf Systemmasse)		
Bereiche	Kleiner als ± 2 V	Größer oder gleich ± 2 V
Gleichtaktunterdrückung (CMR)	> 80 dB bei 80 Hz (typischer Wert 100 dB)	> 60 dB bei 80 Hz (typischer Wert 80 dB)
Maximale Gleichtaktspannung	33 V eff	33 V eff

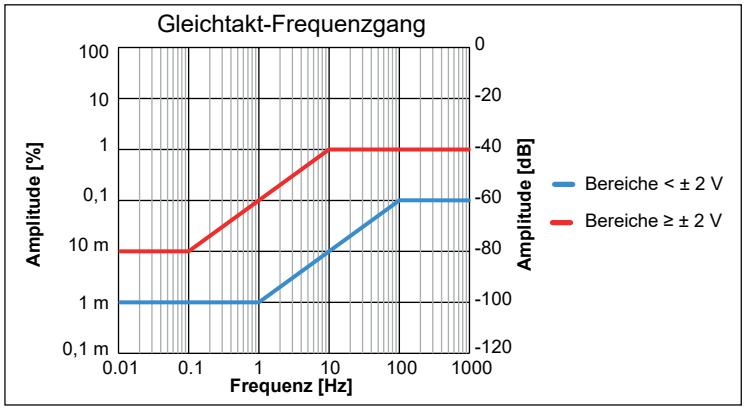


Abbildung 5: Typischer Gleichtakt-Frequenzgang

Überlastschutz am Eingang		
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 oder unter 125 V bleibt; maßgeblich ist jeweils der kleinere Wert.	
Maximale zerstörungsfreie Spannung	± 70 V DC	
Erholzeit nach Überlast	Wiederherstellung einer Genauigkeit von 0,1 % nach 200 % Überlast in weniger als 5 µs	

Spannungsdaten (Breitband) GN815[1]	
	i.O./n.i.O.-Grenzwerte
DC-Verstärkungsfehler	0,035 % des Anzeigewerts ± 35 µV
DC-Offsetfehler	0,01 % des Endwerts ± 200 µV
Drift des Verstärkungsfehlers	± 25 ppm/°C (± 14 ppm/°F)
Drift des Offsetfehlers	± (45 ppm + 5 µV)/°C (± (25 ppm + 3 µV)/°F)
Rauschen, Effektivwert (Abschluss mit 50 Ω)	0,025 % des Endwerts ± 50 µV

(1) Breitbandfilter gilt nur für GN815.

Spannungsdaten (bei Verwendung aller Filter)	
	i.O./n.i.O.-Grenzwerte
DC-Verstärkungsfehler	0,035 % des Anzeigewerts ± 35 µV
DC-Offsetfehler	0,01 % des Endwerts ± 35 µV
Drift des Verstärkungsfehlers	± 25 ppm/°C (± 14 ppm/°F)
Drift des Offsetfehlers	± (45 ppm + 5 µV)/°C (± (25 ppm + 3 µV)/°F)
Rauschen, Effektivwert (Abschluss mit 50 Ω)	0,015 % des Endwerts ± 20 µV

IEPE-Sensor	
Eingangsbereiche	± 10 mV, ± 20 mV, ± 50 mV, ± 0,1 V, ± 0,2 V, ± 0,5 V, ± 1 V, ± 2 V, ± 5 V, ± 10 V, ± 20 V
Überspannungsschutz	- 1 V bis 22 V
IEPE-Verstärkungsfehler	0,1 % ± 250 µV
Drift des IEPE-Verstärkungsfehlers	± 25 ppm/°C (± 14 ppm/°F)
IEPE-Quellenspannung	≥ 23 V
Speisestrom	2, 4, 6, 8 mA, über Software wählbar
Genauigkeit des Speisestroms	± 5 %
Zeitkonstante der Beschaltung	1,5 s
Geringere Bandbreite	-3 dB bei 0,11 Hz
Maximale Kabellänge	100 m (RG-58)
TEDS-Unterstützung	Ja, Klasse 1
Sensordiagnose	Sensor angeschlossen, offener oder kurzgeschlossener Strom
Unterstützte Sensoren	IEPE-Schwingungssensoren ICP®-Beschleunigungssensoren

Isolation

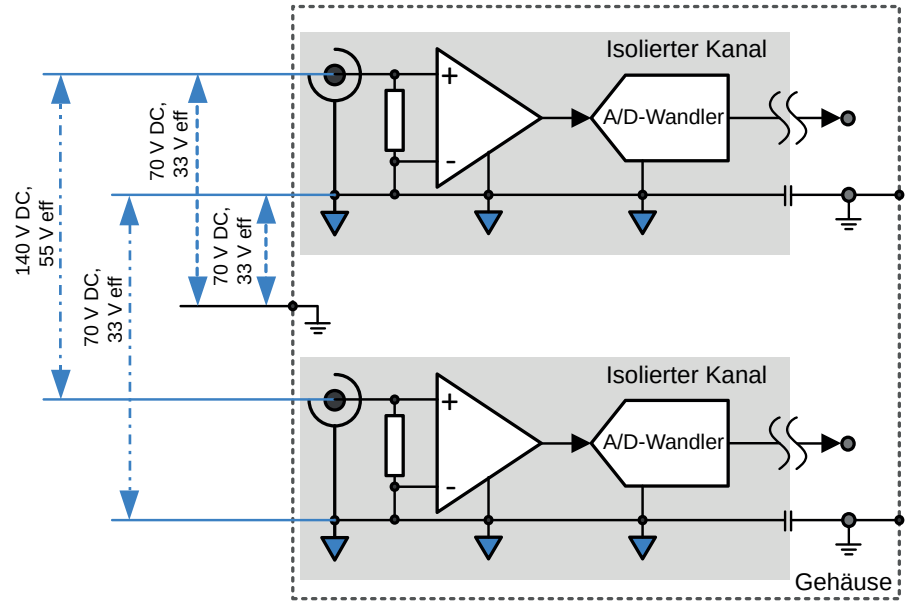


Abbildung 6: Isolation – schematische Darstellung

Kanal gegen Gehäuse (Erde)	33 V eff, ± 70 V DC
Kanal gegen Kanal (GND isoliert gegen GND isoliert)	33 V eff, ± 70 V DC
Eingangssignal gegen Eingangssignal	55 V eff, ± 140 V DC

Analog-Digital-Wandlung

	GN815	GN816
Abtastrate, pro Kanal	0,1 S/s bis 2 MS/s	0,1 S/s bis 200 kS/s
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: ± 3,5 ppm; Alterung nach 10 Jahren ± 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(1) / Bessel IIR / Butterworth IIR usw.) oder unterschiedliche Filterbandbreiten gewählt werden, kann dies zu einer Phasenverschiebung zwischen Kanälen führen.

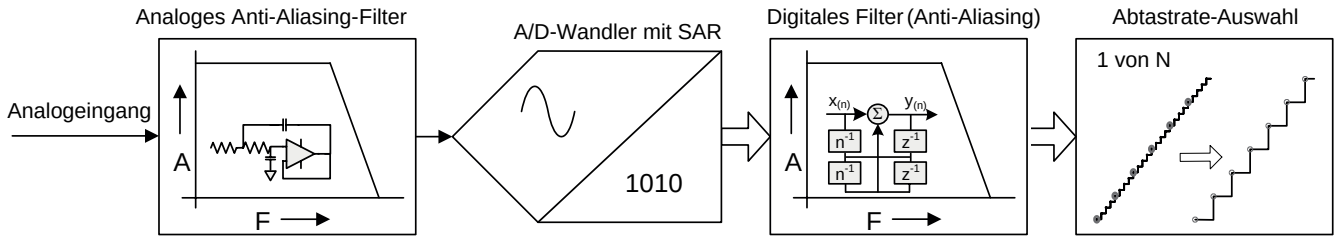


Abbildung 7: Blockschaltbild zu kombinierten analogen und digitalen Anti-Aliasing-Filtern

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 Kanälen, die dieselben Filtereinstellungen verwenden.

Breitband(1)	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 IIR	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	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	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) Breitbandfilter gilt nur für GN815.

Breitband (kein Anti-Aliasing-Schutz) GN815[1]

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 950 kHz und 1300 kHz (-3 dB)
Welligkeit des Durchlassbereichs (0,1 dB)	DC bis 200 kHz[2]

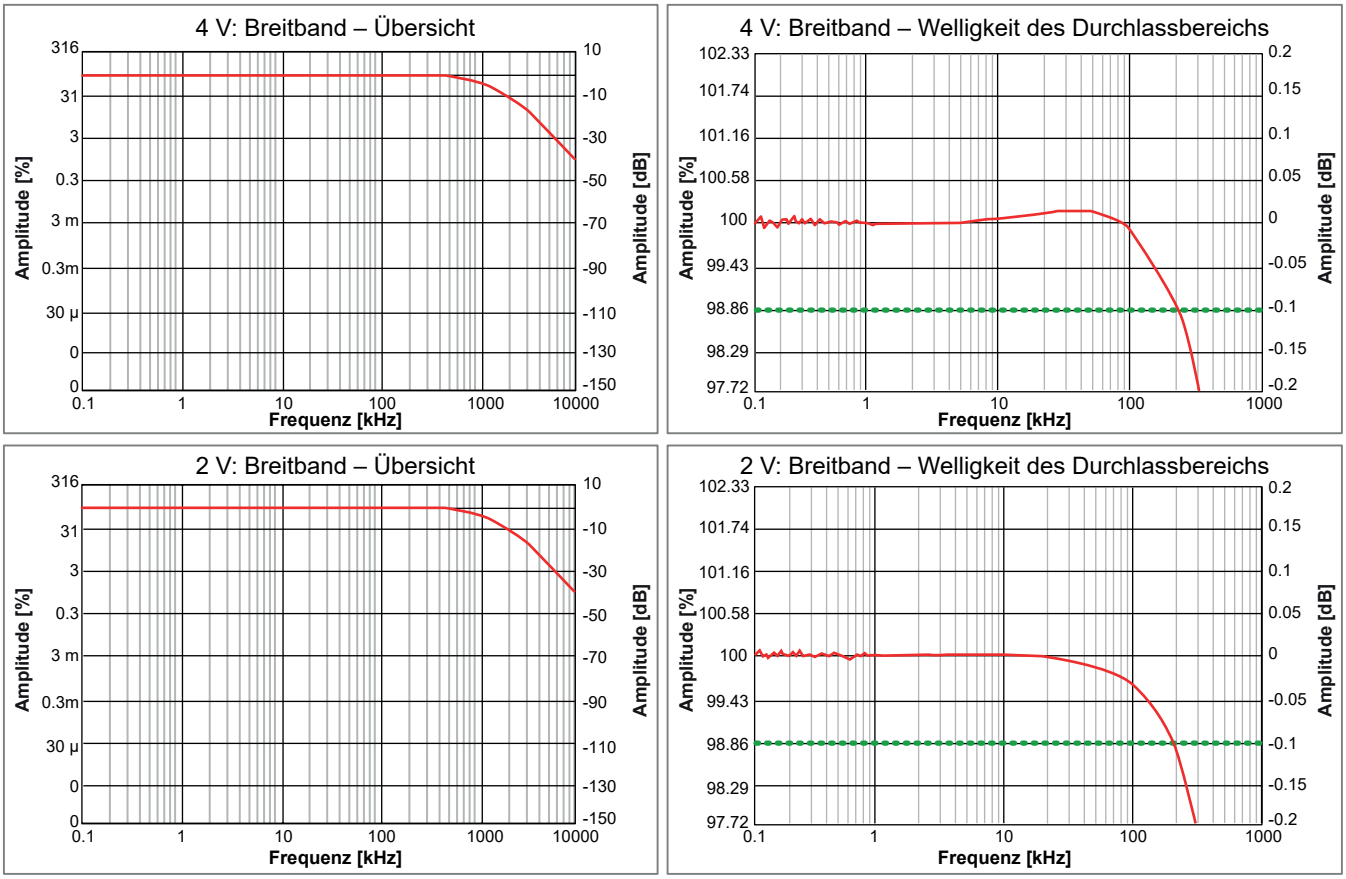
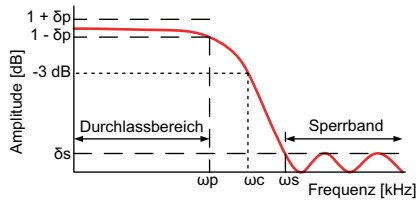


Abbildung 8: Typische Beispiele für Breitbandfilter

(1) Breitbandfilter gilt nur für GN815.

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

Bessel-IIR-Filter (digitales Anti-Aliasing-Filter) GN815

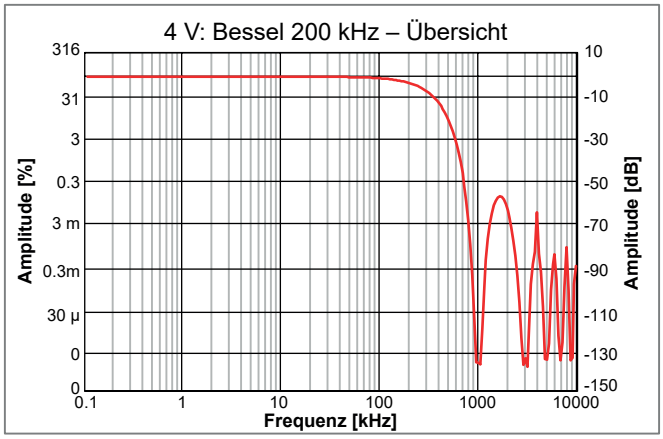


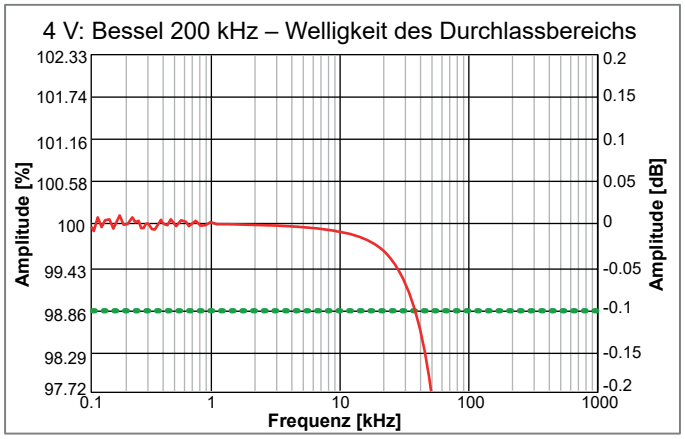
δp: Welligkeit des Durchlassbereichs
δs: Sperrbanddämpfung

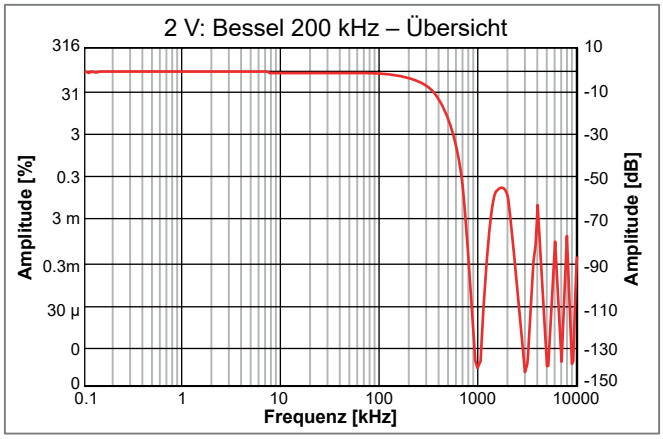
ωp: Frequenz des Durchlassbereichs
ωc: Grenzfrequenz
ωs: Frequenz im Sperrband

Abbildung 9: Digitales Bessel-IIR-Filter

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	390 kHz ± 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 (ωc) des Bessel-IIR-Filters	Vom Benutzer wählbar von 0,4 Hz bis 200 kHz
Durchlassbereich 0,1 dB (ωp) des Bessel-IIR-Filters (1)	DC bis 35 kHz bei ωc = 200 kHz
Sperrbanddämpfung (δs) des Bessel-IIR-Filters	60 dB Wird für das Bessel-IIR-Filter die Bandbreite ωc = 200 kHz ausgewählt, tritt durch die begrenzte Amplitudendämpfung des analogen Anti-Aliasing-Filters zwischen 1,6 MHz und 1,8 MHz eine Spitze von -55 dB auf. Bei Auswahl geringerer Bandbreiten verringert das digitale Filter diese Spitze auf -60 dB.
Roll-off-Faktor des Bessel-IIR-Filters	48 dB/Oktave







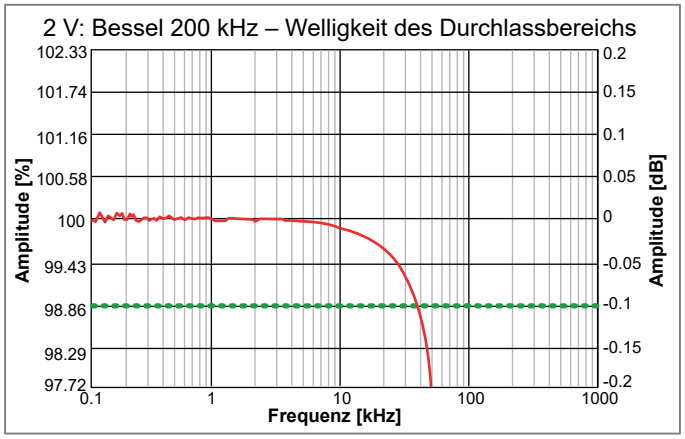
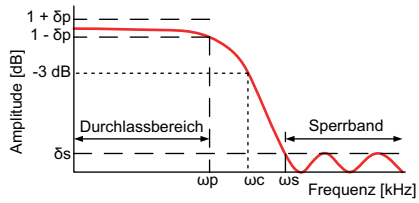


Abbildung 10: Typische Beispiele für Bessel IIR (GN815)

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

Bessel-IIR-Filter (digitales Anti-Aliasing-Filter) GN816

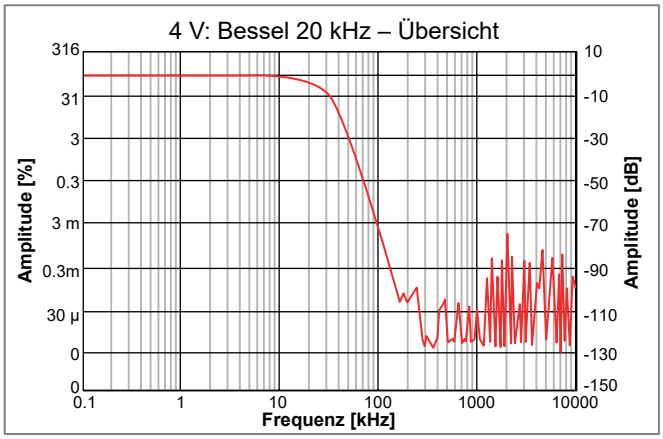


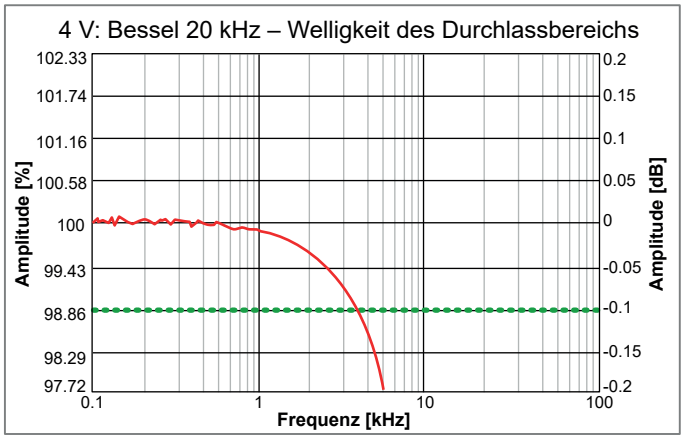
δp: Welligkeit des Durchlassbereichs
δs: Sperrbanddämpfung

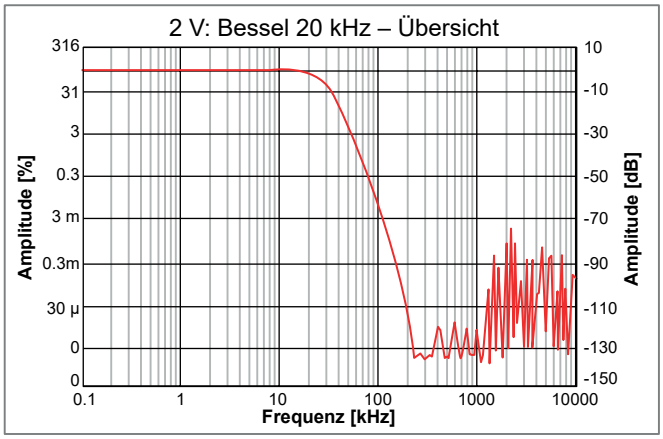
ωp: Frequenz des Durchlassbereichs
ωc: Grenzfrequenz
ωs: Frequenz im Sperrband

Abbildung 11: Digitales Bessel-IIR-Filter

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	390 kHz ± 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 (ωc) des Bessel-IIR-Filters	Vom Benutzer wählbar von 0,4 Hz bis 20 kHz
Durchlassbereich 0,1 dB (ωp) des Bessel-IIR-Filters (1)	DC bis 3,5 kHz bei ωc = 20 kHz
Sperrbanddämpfung (δs) des Bessel-IIR-Filters	75 dB
Roll-off-Faktor des Bessel-IIR-Filters	48 dB/Oktave







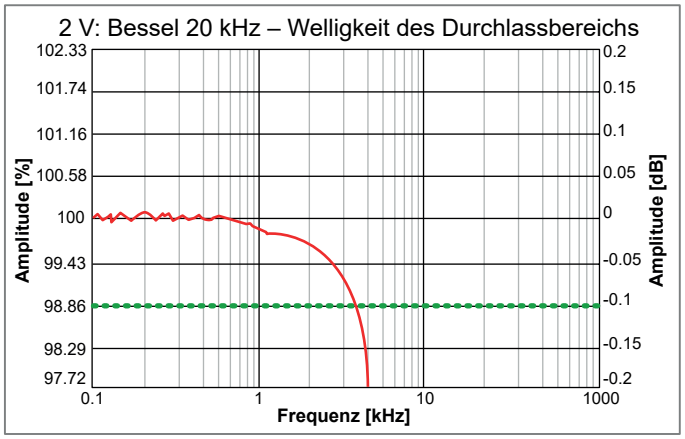
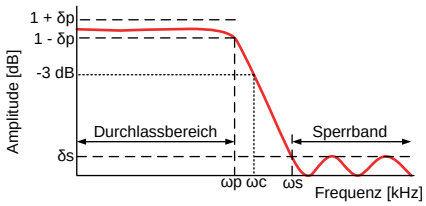


Abbildung 12: Typische Beispiele für Bessel IIR (GN816)

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

Butterworth-IIR-Filter (digitales Anti-Aliasing-Filter) GN815



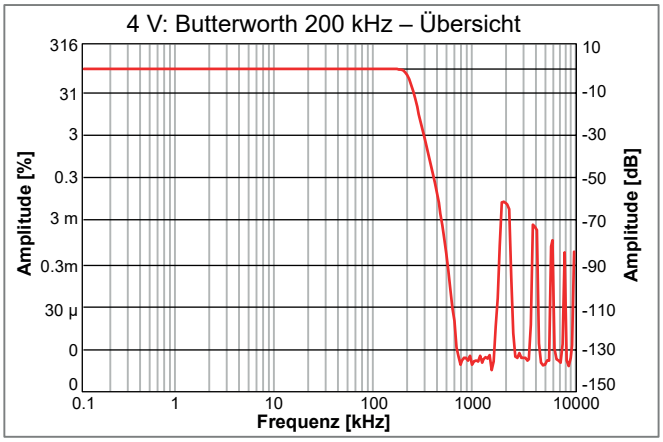
δp: Welligkeit des Durchlassbereichs
δs: Sperrbanddämpfung

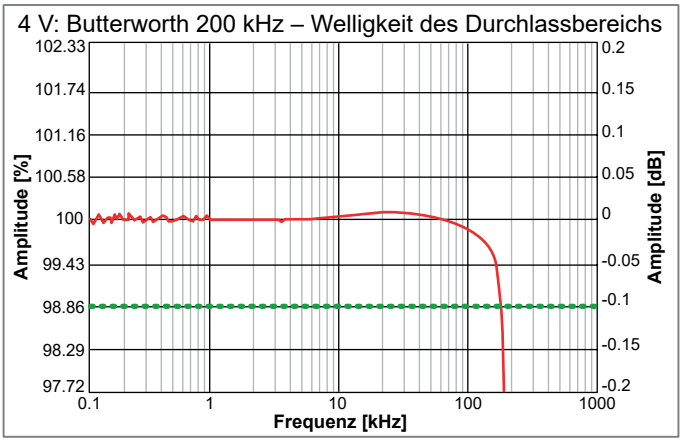
ωp: Frequenz des Durchlassbereichs
ωc: Grenzfrequenz
ωs: Frequenz im Sperrband

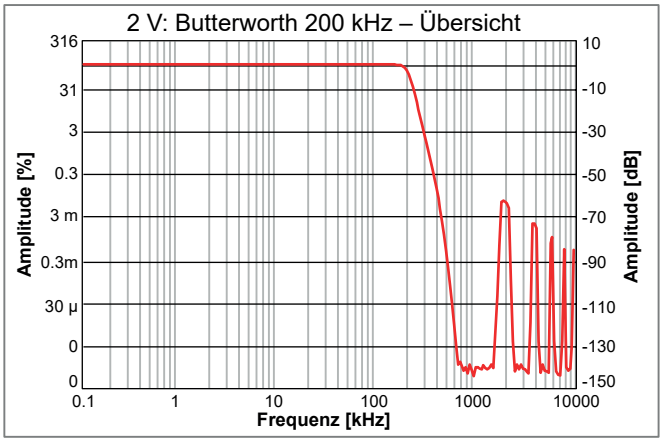
Abbildung 13: Digitales Butterworth-IIR-Filter

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

Bandbreite des analogen Anti-Aliasing-Filters	460 kHz ± 25 kHz (-3 dB)
Filtercharakteristik des analogen Anti-Aliasing-Filters	Bessel 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(1), 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 Butterworth-IIR-Filters	Vom Benutzer wählbar von 1 Hz bis 250 kHz
Durchlassbereich 0,1 dB (ωp) des Butterworth-IIR-Filters (2)	DC bis 150 kHz bei ωc = 200 kHz
Sperrbanddämpfung (δs) des Butterworth-IIR-Filters	75 dB Wird für das Butterworth-IIR-Filter die Bandbreite ωc = 250 kHz ausgewählt, tritt durch die begrenzte Amplitudendämpfung des analogen Anti-Aliasing-Filters zwischen 1,8 MHz und 2,2 MHz eine Spitze von -60 dB auf. Bei Auswahl geringerer Bandbreiten verringert das digitale Filter diese Spitze auf -75 dB.
Roll-off-Faktor des Butterworth-IIR-Filters	48 dB/Oktave







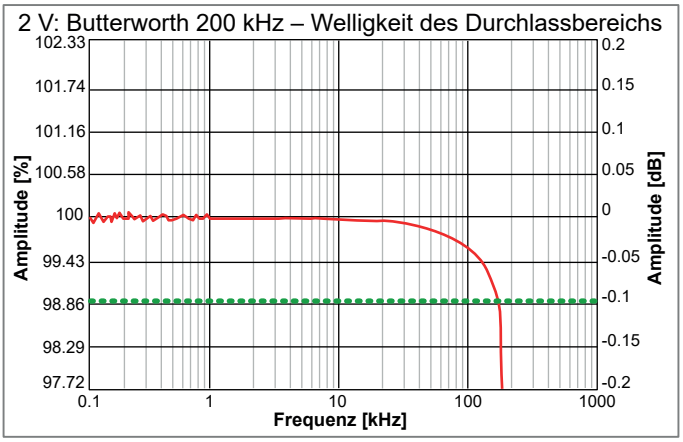
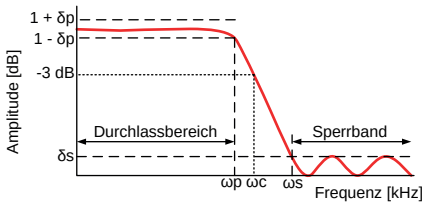


Abbildung 14: Typische Beispiele für Butterworth IIR (GN815)

(1) Teilen durch 4 nicht möglich für Abtastrate von 2 MS/s.

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

Butterworth-IIR-Filter (digitales Anti-Aliasing-Filter) GN816



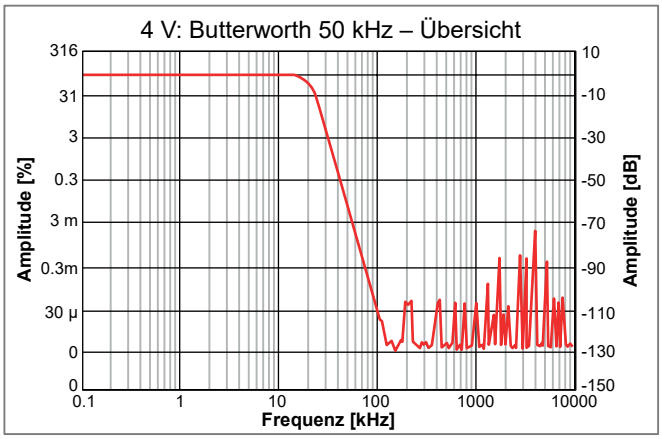
δp: Welligkeit des Durchlassbereichs
δs: Sperrbanddämpfung

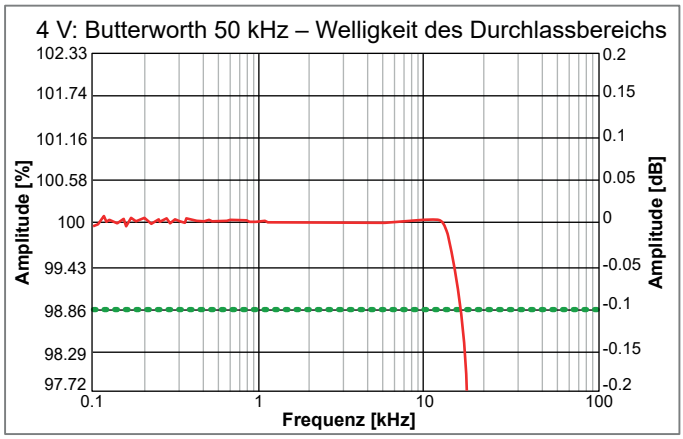
ωp: Frequenz des Durchlassbereichs
ωc: Grenzfrequenz
ωs: Frequenz im Sperrband

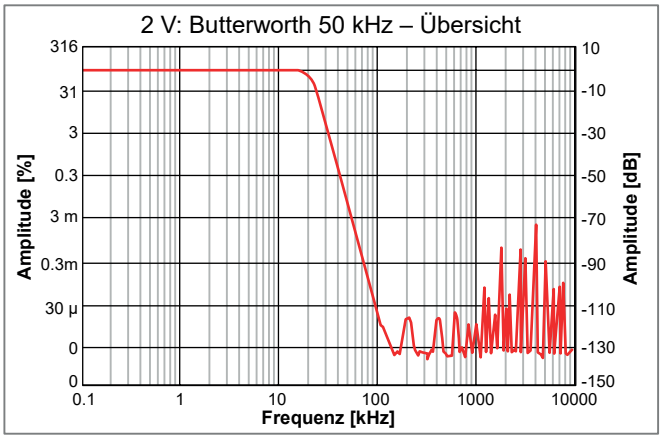
Abbildung 15: Digitales Butterworth-IIR-Filter

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

Bandbreite des analogen Anti-Aliasing-Filters	460 kHz ± 25 kHz (-3 dB)
Filtercharakteristik des analogen Anti-Aliasing-Filters	Bessel 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, 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 Butterworth-IIR-Filters	Vom Benutzer wählbar von 1 Hz bis 50 kHz
Durchlassbereich 0,1 dB (ωp) des Butterworth-IIR-Filters (1)	DC bis 35 kHz bei ωc = 50 kHz
Sperrbanddämpfung (δs) des Butterworth-IIR-Filters	75 dB
Roll-off-Faktor des Butterworth-IIR-Filters	48 dB/Oktave







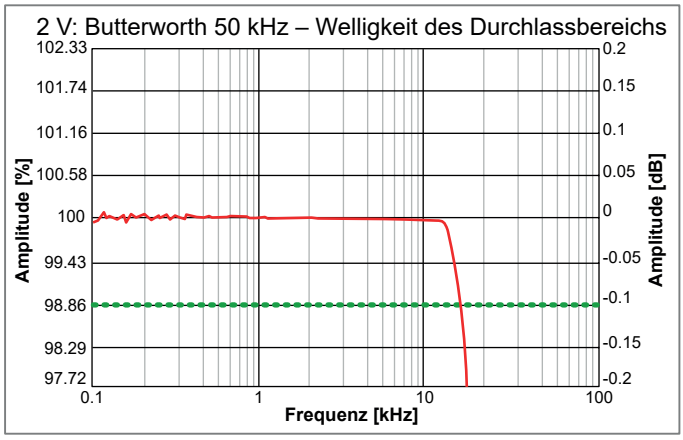
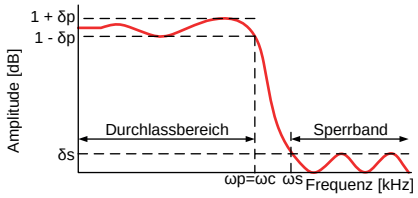


Abbildung 16: Typische Beispiele für Butterworth IIR (GN816)

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

Elliptisches IIR-Filter (digitales Anti-Aliasing-Filter) GN815



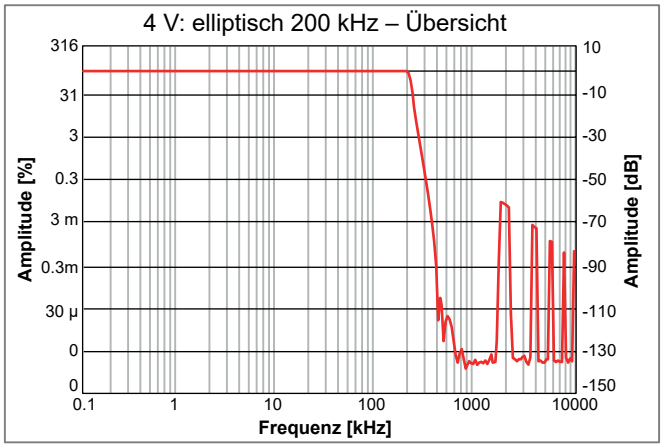
δp: Welligkeit des Durchlassbereichs
δs: Sperrbanddämpfung

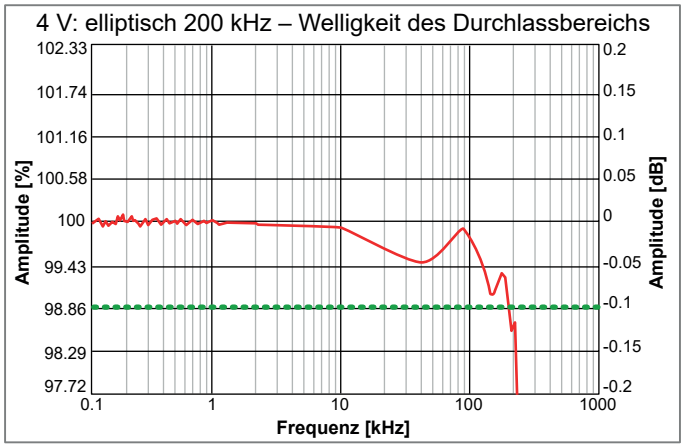
ωp: Frequenz des Durchlassbereichs
ωc: Grenzfrequenz
ωs: Frequenz im Sperrband

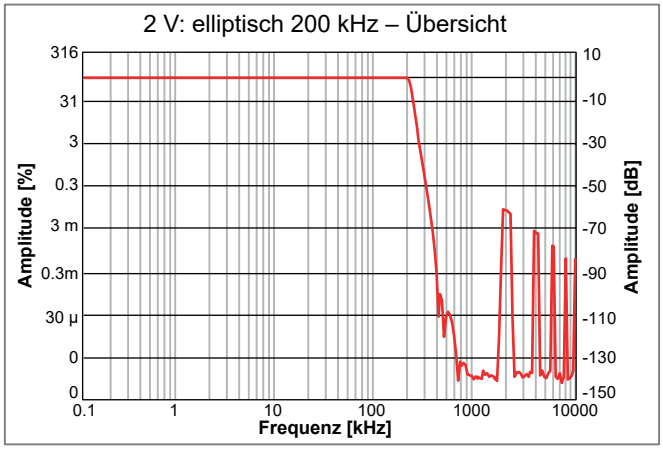
Abbildung 17: Digitales elliptisches IIR-Filter

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	Elliptisches Filter 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(1), 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
Durchlassbereich 0,1 dB (ωp) des elliptischen IIR-Filters (2)	DC bis ωc
Sperrbanddämpfung (δs) des elliptischen IIR-Filters	75 dB Wird für das elliptische IIR-Filter die Bandbreite ωc = 250 kHz ausgewählt, tritt durch die begrenzte Amplitudendämpfung des analogen Anti-Aliasing-Filters zwischen 1,8 MHz und 2,2 MHz eine Spitze von -60 dB auf. Bei Auswahl geringerer Bandbreiten verringert das digitale Filter diese Spitze auf -75 dB.
Roll-off-Faktor des elliptischen IIR-Filters	72 dB/Oktave







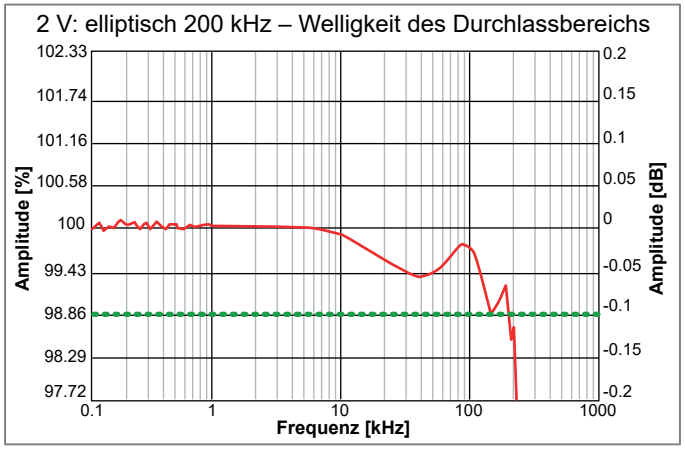
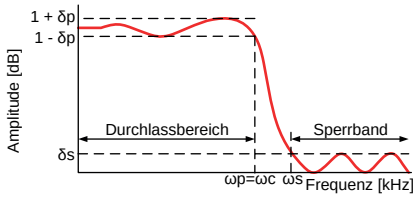


Abbildung 18: Typische Beispiele für Elliptisches IIR (GN815)

(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) GN816



δp: Welligkeit des Durchlassbereichs
δs: Sperrbanddämpfung

ωp: Frequenz des Durchlassbereichs
ωc: Grenzfrequenz
ωs: Frequenz im Sperrband

Abbildung 19: 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	Elliptisches Filter 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, 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 50 kHz
Durchlassbereich 0,1 dB (ωp) des elliptischen IIR-Filters (1)	DC bis ωc
Sperrbanddämpfung (δs) des elliptischen IIR-Filters	75 dB
Roll-off-Faktor des elliptischen IIR-Filters	72 dB/Oktave

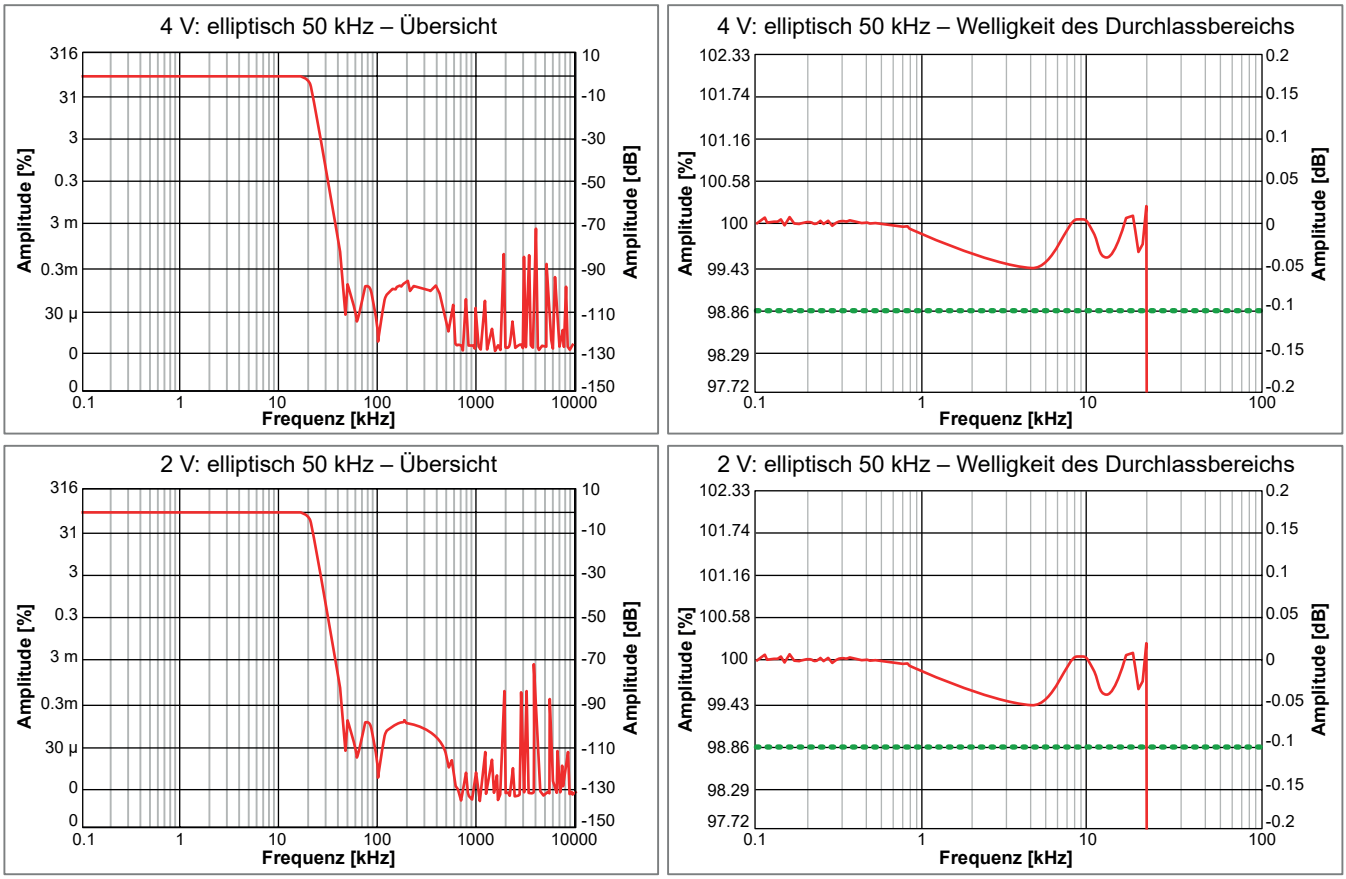


Abbildung 20: Typische Beispiele für Elliptisches IIR (GN816)

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

Phasentreue von Kanal zu Kanal

Wenn unterschiedliche Filter (Breitband[1] / Bessel IIR / Butterworth IIR usw.) oder unterschiedliche Filterbandbreiten gewählt werden, führt dies zu einer Phasenverschiebung zwischen Kanälen.

	100 kHz, Sinuswelle (GN815)	800 kHz, Sinuswelle (GN815)	10 kHz, Sinuswelle (GN816)
Breitband[1]			
Kanäle auf der Datenerfassungskarte	0,5 Grad (14 ns)	2,0 Grad (7 ns)	
GN815, Kanäle im Grundgerät	0,5 Grad (14 ns)	2,0 Grad (7 ns)	
Bessel IIR, Filterfrequenz 200 kHz bei 2 MS/s (GN815)			
Kanäle auf der Datenerfassungskarte	0,5 Grad (14 ns)		
GN815, Kanäle im Grundgerät	0,5 Grad (14 ns)		
Butterworth IIR, Filterfrequenz 200 kHz bei 2 MS/s (GN815)			
Kanäle auf der Datenerfassungskarte	0,5 Grad (14 ns)		
GN815, Kanäle im Grundgerät	0,5 Grad (14 ns)		
Elliptisch IIR, Filterfrequenz 200 kHz bei 2 MS/s (GN815)			
Kanäle auf der Datenerfassungskarte	0,5 Grad (14 ns)		
GN815, Kanäle im Grundgerät	0,5 Grad (14 ns)		
Bessel IIR, Filterfrequenz 20 kHz bei 200 kS/s (GN816)			
Kanäle auf der Datenerfassungskarte			0,5 Grad (0,14 µs)
GN816, Kanäle im Grundgerät			0,5 Grad (0,14 µs)
Butterworth IIR, Filterfrequenz 20 kHz bei 200 kS/s; Sinuswelle 10 kHz (GN816)			
Kanäle auf der Datenerfassungskarte			0,5 Grad (0,14 µs)
GN816, Kanäle im Grundgerät			0,5 Grad (0,14 µs)
Elliptisch IIR, Filterfrequenz 20 kHz bei 200 kS/s (GN816)			
Kanäle auf der Datenerfassungskarte			0,5 Grad (0,14 µs)
GN816, Kanäle im Grundgerät			0,5 Grad (0,14 µs)
GN815/GN816-Kanäle über mehrere Grundgeräte	Wird durch verwendete Synchronisationsmethode definiert (Keine, IRIG, GPS, Master/Sync, PTP)		

(1) Breitbandfilter gilt nur für GN815.

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 Kanal über und unter dem geprüften Kanal gemessen. Zum Testen von Kanal 2 wird Kanal 2 mit 50 Ω abgeschlossen, während die Kanäle 1 und 3 an den Sinuswellengenerator angeschlossen werden.

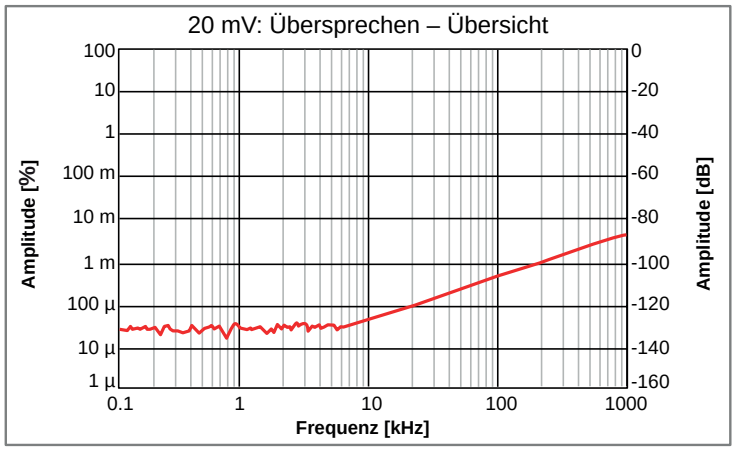


Abbildung 21: Typisches Übersprechen von Kanal zu Kanal

Digitalereignis/Timer/Zähler

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

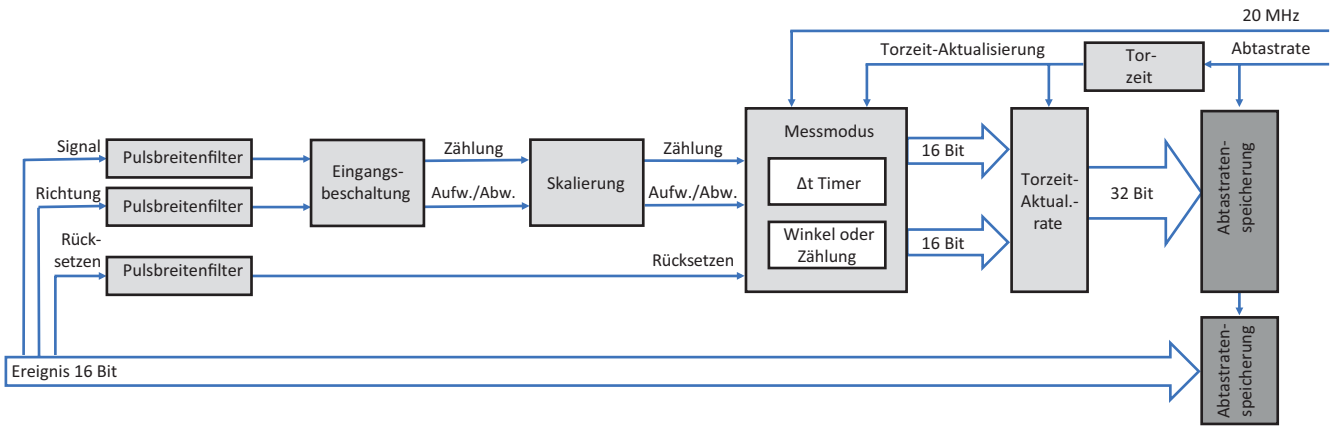


Abbildung 22: Blockschaltbild Timer/Zähler

Digitalereignis-Eingänge	16 pro Karte
Pegel	TTL-Eingangspegel, benutzerwählbare Invertierung der Pegel
Eingänge	1 Pin pro Eingang, einige Pins werden gemeinsam mit Timer-/Zähler-Eingängen genutzt
Überspannungsschutz	± 30 V DC kontinuierlich
Minimale Impulsbreite	100 ns
Maximale Frequenz	5 MHz
Digitalereignis-Ausgänge	2 pro Karte
Pegel	TTL-Ausgangspegel, mit Kurzschlussschutz
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
Benutzerauswahl für Digitalereignisse an Ausgängen	
Trigger	1 HIGH-Impuls pro Trigger (nur bei jedem Kanaltrigger dieser Karte) Impulsbreite mindestens 12,8 µs Impulsverzögerung 200 µs ± 1 µs ± 1 Messperiode
Alarm	HIGH, wenn Alarmbedingung der Karte aktiviert ist, LOW, wenn sie nicht aktiviert ist Verzögerung des Alarmereignisses 200 µs ± 1 µs ± 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	2 pro Karte
Pegel	TTL-Eingangspegel
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 (ΔZählung / Δt) Drehzahl (ΔZählung / Δt / 60 s)
Timer-Genauigkeit	± 25 ns (20 MHz)
Messzeit	1 bis n Samples (maximales Δt 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.

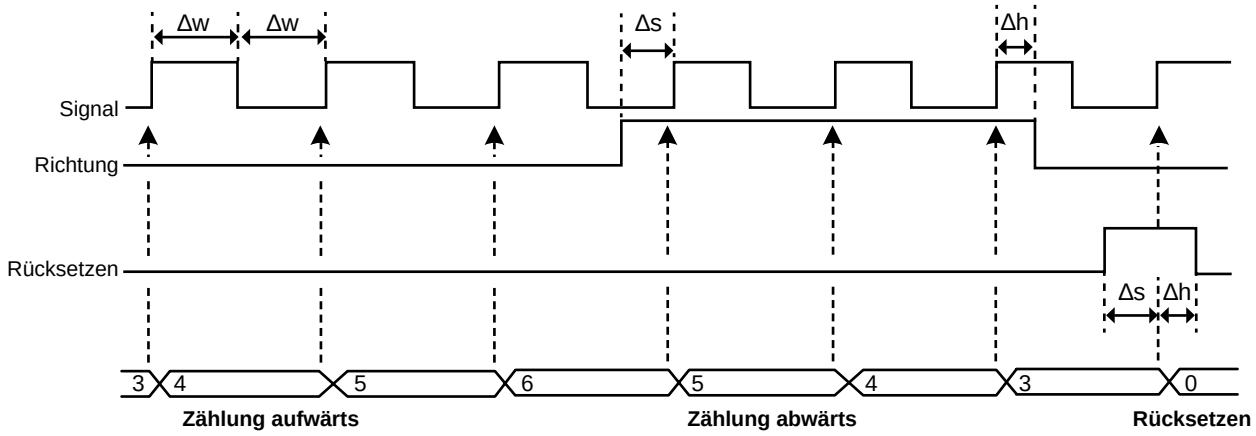


Abbildung 23: Uni- und bidirektionale Zeitsteuerung

Eingänge	3 Pins: Signal, Rücksetzen und Richtung (wird nur bei bidirektionaler Zählung verwendet)
Minimale Impulsbreite (Δw)	100 ns
Maximale Frequenz des Eingangssignals	5 MHz
Rücksetzen des Eingangs	
Pegelempfindlichkeit	Benutzerwählbare Invertierung der Pegel
Minimale Aufbauzeit vor der Signalflanke (Δs)	100 ns
Minimale Haltezeit nach der Signalflanke (Δh)	100 ns
Rücksetzoptionen	
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.
Richtungseingang	
Empfindlichkeit des Eingangspegels	Wird nur im bidirektionalen Modus verwendet. Niedrig: Zähler heraufsetzen/positive Frequenz Hoch: Zähler heruntersetzen/negative Frequenz
Minimale Aufbauzeit vor der Signalflanke (Δs)	100 ns
Minimale Haltezeit nach der Signalflanke (Δh)	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 HBK.

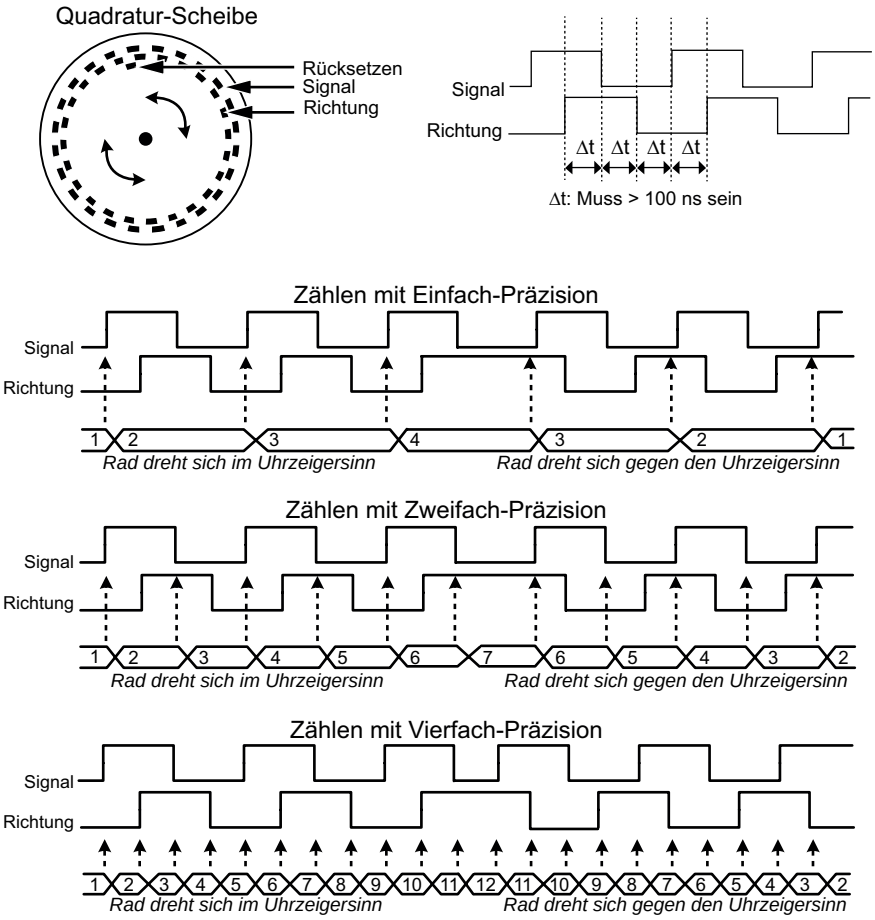


Abbildung 24: Bidirektionale Quadratur-Zählmodi

Eingänge	3 Pins: Signal, Richtung und Rücksetzen
Minimale Impulsbreite	200 ns (2 * Δt)
Minimale Aufbauzeit	100 ns (Δt)
Minimale Haltezeit	100 ns (Δt)
Genauigkeit	Einfach- (X1), Zweifach- (X2) oder Vierfach- (X4) Präzision
Eingangsbeschaltung	ABZ-Inkrementalgeber (Quadratur)
Rücksetzen des Eingangs	
Pegelempfindlichkeit	Benutzerwählbare Invertierung der Pegel
Minimale Aufbauzeit vor der Signalflanke (Δt)	100 ns
Minimale Haltezeit nach der Signalflanke (Δt)	100 ns
Rücksetzoptionen	
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.	

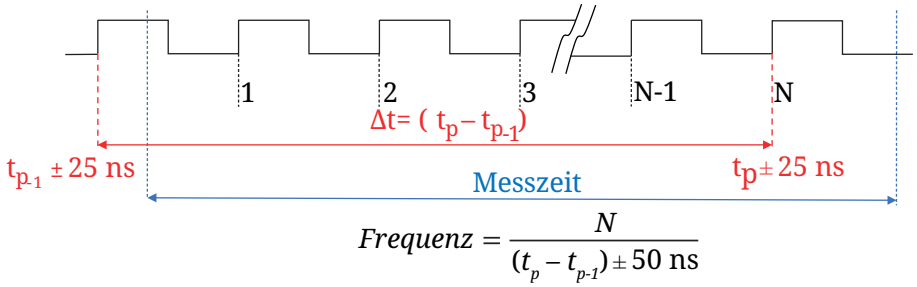


Abbildung 25: Frequenzmessung

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^{31}; unidirektionale Zählung -2^{31} bis $+2^{31} - 1$; bidirektionale Zählung

Ungenauigkeit der Frequenzmessung

Die Genauigkeit der Frequenzmessung 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 Genauigkeit der Frequenz dar. Die Ungenauigkeitsverteilung ist als rechteckig zu betrachten.

Berechnung der Ungenauigkeit:(1)

$$Inaccuracy = \pm \frac{Signal\ frequency * \left(CEILING\left(\frac{Measuring\ time}{30000 * 50\ ns}\right)\right) * 50\ ns}{Frequency\ prescaler * FLOOR\left(\frac{Signal\ frequency * Measuring\ time}{Frequency\ prescaler}\right)} * 100\%$$

Messzeit	Höhere Signalfrequenzen: Signalfrequenz von 2 MHz bis 10 kHz										
	Ungünstigster Fall (in %)	2 MHz	1 MHz	500 kHz	400 kHz	200 kHz	100 kHz	50 kHz	40 kHz	20 kHz	10 kHz
1 µs	±10,000 bei ~2 MHz(2)	±5,000 %									
2 µs	±5,000 bei ~1 MHz(2)	±2,500 %									
5 µs	±2,000 bei ~400 kHz(2)	±1,000 %		±1,250 %	±1,000 %						
10 µs	±1,000 bei ~200 kHz(2)	±0,500 %									
20 µs	±0,500 bei ~100 kHz(2)	±0,250 %									
50 µs	±0,200 bei ~40 kHz(2)	±0,100 %						±0,125 %	±0,100 %		
100 µs	±0,100 bei ~20 kHz(2)	±0,050 %									
200 µs	±0,050 bei ~10 kHz(2)	±0,0250 %									
500 µs	±0,020 bei ~4 kHz(2)	±0,0100 %									
1 ms	±0,0100 bei ~2 kHz(2)	±0,0050 %									
2 ms	±0,0100 bei ~1 kHz(2)	±0,0050 %									
5 ms	±0,0080 bei ~400 Hz(2)	±0,0040 %									
10 ms	±0,0070 bei ~200 Hz(2)	±0,0035 %									
20 ms	±0,0070 bei ~100 Hz(2)	±0,0035 %									
50 ms	±0,0068 bei ~40 Hz(2)	±0,0034 %									
100 ms	±0,0067 bei ~20 Hz(2)	±0,00335 %									
Messzeit	**Niedrigere Signalfrequenzen: Signalfrequenz von 5 kHz bis 40 Hz**										
	Ungünstigster Fall (in %)	**5 kHz**	**4 kHz**	**2 kHz**	**1 kHz**	**500 Hz**	**400 Hz**	**200 Hz**	**100 Hz**	**50 Hz**	**40 Hz**
500 µs	±0,0200 bei ~4 kHz(2)	±0,0125 %	±0,0100 %								
1 ms	±0,0100 bei ~2 kHz(2)	±0,0050 %									
2 ms	±0,0100 bei ~1 kHz(2)	±0,0050 %									
5 ms	±0,0080 bei ~400 Hz(2)	±0,0040 %				±0,00500 %	±0,0040 %				
10 ms	±0,0070 bei ~200 Hz(2)	±0,0035 %									
20 ms	±0,0070 bei ~100 Hz(2)	±0,0035 %									
50 ms	±0,0068 bei ~40 Hz(2)	±0,0034 %								±0,0043 %	±0,0034 %
100 ms	±0,0067 bei ~20 Hz(2)	±0,00335 %									

(1) Hinweis: Für die bestmögliche Genauigkeit den Vorteiler der Frequenz (Frequency PreScaler) so klein wie möglich halten.

(2) Die Signalfrequenz für den ungünstigsten Fall liegt geringfügig unter dem angezeigten Wert, was dem in Abbildung 9 dargestellten Sägezahnmuster entspricht.

Ungenauigkeit der Frequenzmessung

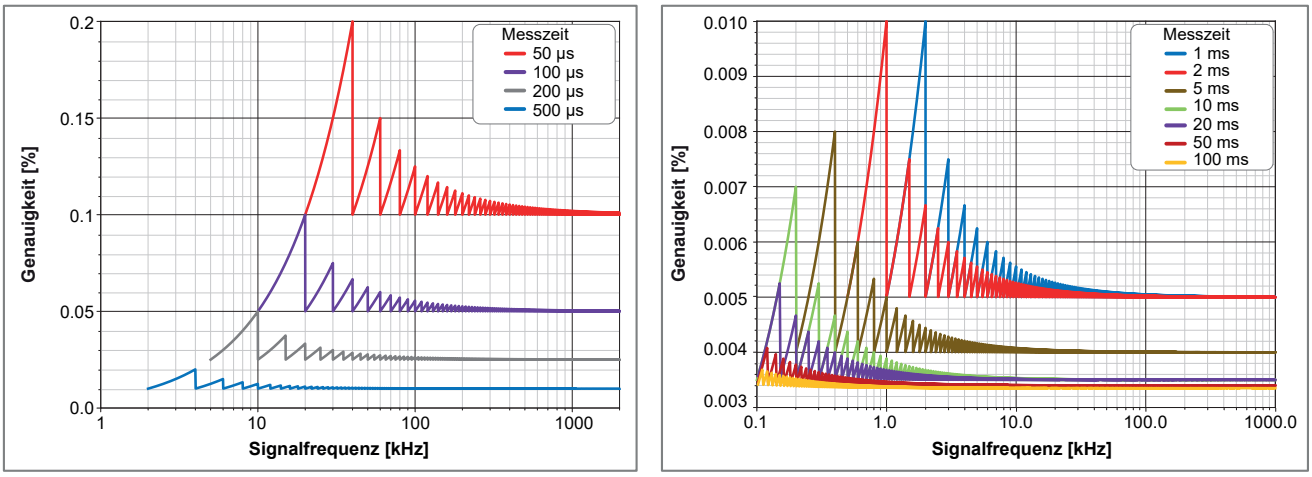


Abbildung 26: Maximale Ungenauigkeit der Frequenz

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 Frequenzausgang: Mittenfrequenz von 10 kHz, 60 kHz oder 240 kHz.
Aus den Datenblättern sind die Minimal- und Maximalwerte des Frequenzausgangs zu entnehmen, wie in der nachstehenden Tabelle angegeben.

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

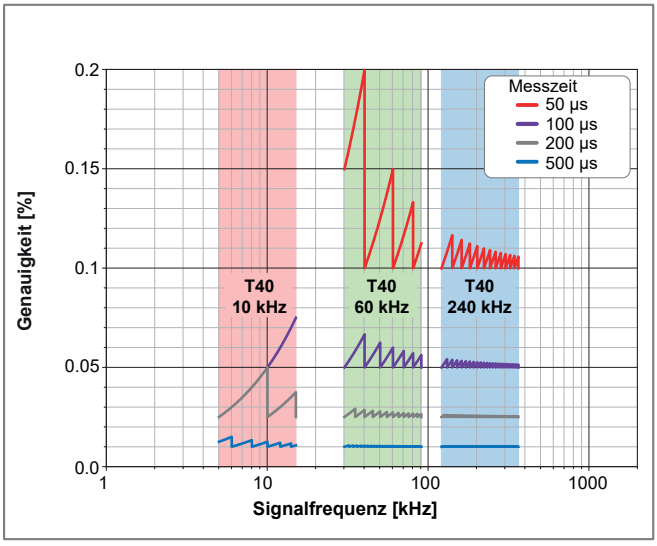
Werden diese Betriebsbereiche den Kurvenzügen der Timer-Ungenauigkeit von Abbildung 26 überlagert, ergibt dies Abbildung 27 (siehe unten).

- Im letzten Schritt ist noch die Aktualisierungsrate (Drehmomentbandbreite) mit der erforderlichen Genauigkeit des Drehmoments abzustimmen.
- Die Ungenauigkeit wird unter Verwendung des Frequenzausgangs für den Messbereichsendwert und der gewünschten Messzeit berechnet.

Ausgewählte Messzeit	Maximale Ungenauigkeit: T40 - 240 kHz	Maximale Ungenauigkeit: T40 - 60 kHz	Maximale Ungenauigkeit: T40 - 10 kHz
50 µs	0,1167 %	0,2000 %	Nicht möglich
100 µs	0,0542 %	0,0667 %	Nicht möglich
500 µs	0,0102 %	0,0107 %	0,0150 %
1 ms	0,0050 %	0,0052 %	0,0060 %
2 ms	0,0050 %	0,0051 %	0,0055 %
5 ms	0,0040 %	0,0040 %	0,0042 %

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	0,0677 %	0,1160 %	Nicht möglich
100 µs	0,0314 %	0,0387 %	Nicht möglich
500 µs	0,0059 %	0,0062 %	0,0087 %
1 ms	0,0029 %	0,0030 %	0,0035 %
2 ms	0,0029 %	0,0029 %	0,0032 %
5 ms	0,0023 %	0,0023 %	0,0024 %



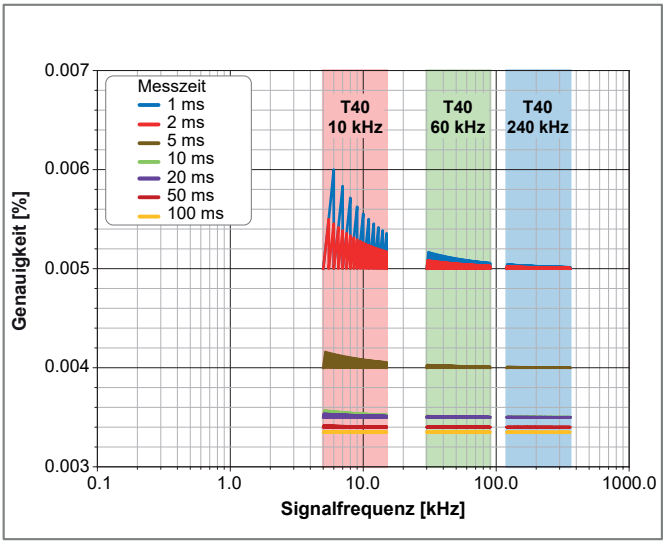


Abbildung 27: Drehmoment-Betriebsbereich gegenüber Ungenauigkeit und Messzeit

Unsicherheit der Drehzahlmessung (min-1) bei Verwendung von Frequenzmessungen

Wenn die Timer/Zähler-Kanäle zum Messen der Drehzahl (min-1) 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-1	Frequenz bei 10000 min-1	Frequenz bei 30000 min-1
180	180 Hz	30 kHz	90 kHz
360	360 Hz	60 kHz	180 kHz
1024	1024 Hz	170,7 kHz	512 kHz

Werden diese Betriebsbereiche den Kurvenzügen der Timer-Ungenauigkeit von Abbildung 26 überlagert, ergibt dies Abbildung 28 (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-1) bestimmt werden.

Ausgewählte Messzeit	Sensor mit 180 Impulsen	Sensor mit 360 Impulsen	Sensor mit 1024 Impulsen
2 ms	Aufzeichnung bei 60 min-1 nicht möglich	Aufzeichnung bei 60 min-1 nicht möglich	0,0051 %
5 ms	Aufzeichnung bei 60 min-1 nicht möglich	0,0072 %	0,0041 %
10 ms	0,0063 %	0,0042 %	0,0036 %

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	Aufzeichnung bei 60 min-1 nicht möglich	Aufzeichnung bei 60 min-1 nicht möglich	0,0030 %
5 ms	Aufzeichnung bei 60 min-1 nicht möglich	0,0042 %	0,0024 %
10 ms	0,0037 %	0,0024 %	0,0021 %

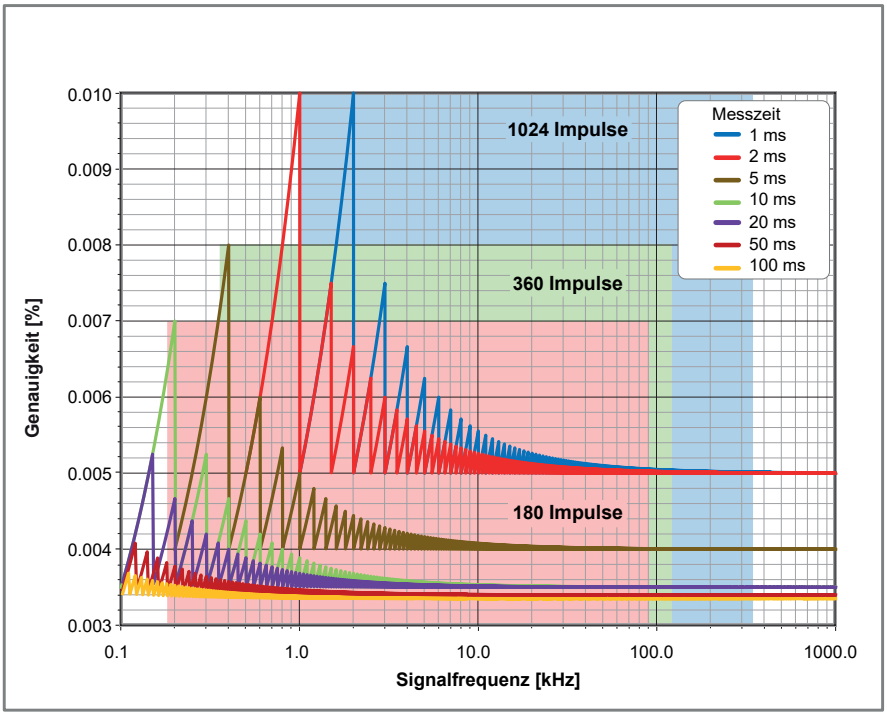


Abbildung 28: Drehzahl-Betriebsbereich (min-1) des Sensors gegenüber Ungenauigkeit und Messzeit

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.

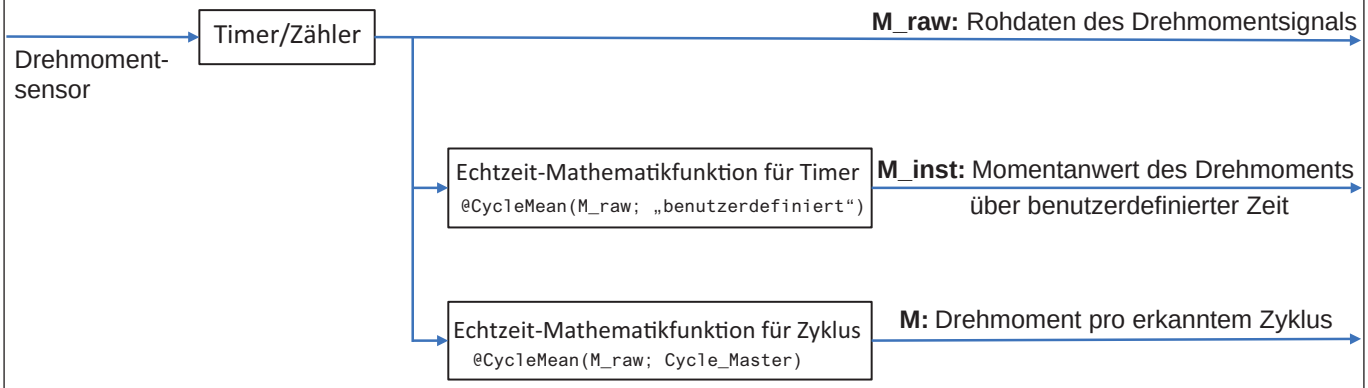


Abbildung 29: Gleichzeitige dynamische und genaue Drehmomentberechnungen

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 Alarme	Logisches ODER der Alarme 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
Alarmmodi von Analogkanälen	
Basis	Prüfung, ob über oder unter einem Pegel
Dual	Prüfung, ob außerhalb oder innerhalb der Grenzen
Alarmpegel von Analogkanälen	
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	± 1 µs + 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 µs 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 µs bis 516 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.
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

Onboard-Speicher	
Pro Karte	GN815: 2 GB (1 GS mit 16-Bit-, 500 MS mit 18-Bit-Speicherung) GN816: 200 MB (100 MS mit 16-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

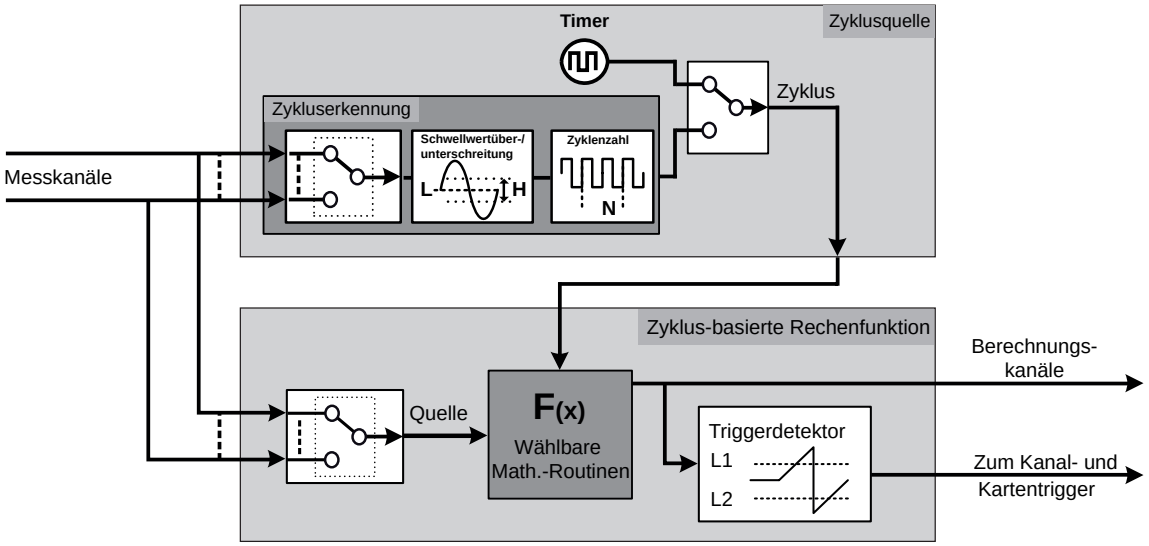


Abbildung 30: Echtzeitzyklus-basierte Rechenfunktionen

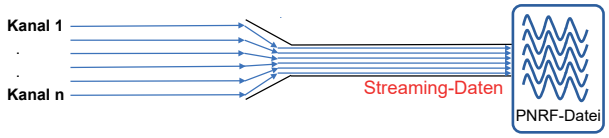
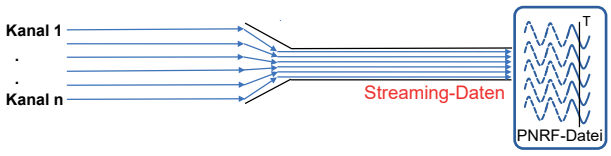
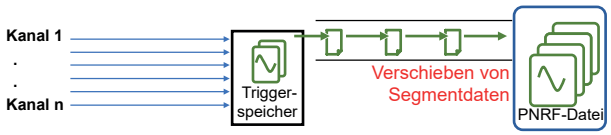
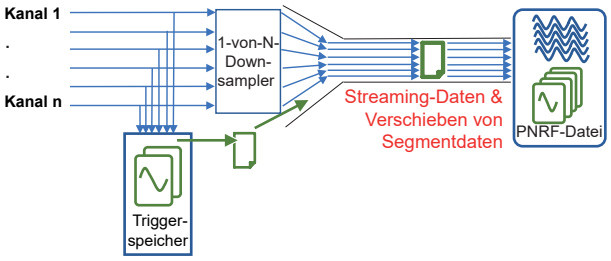
Zyklusquelle	Bestimmt die Geschwindigkeit der periodischen Echtzeitberechnung, indem entweder ein Timer eingestellt oder mit Echtzeiterkennung des Nulldurchgangs („Cycle Detect“) gearbeitet wird.
Zyklusquelle: Timer	
Dauer des Timers	1,0 ms (1 kHz) bis 60 s (0,0167 Hz)
Zyklusquelle: Zykluserkennung	
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(1)	Maximale Periode eines Zyklus, die erkannt werden kann: 0,25 s (4 Hz) Minimale Periode eines Zyklus, die erkannt werden kann: 0,91 ms (1,1 kHz) Berechnungen werden gestoppt, wenn die Zyklusperiode die maximale Zyklusperiode überschreitet (0,25 s). Die Zyklenzahl wird vorübergehend erhöht, wenn die Zyklusperiode kürzer als die minimale Zyklusperiode (0,91 ms) wird. Zeitereignis-Benachrichtigungen in den Kanaldaten geben an, wann die Zyklusperiode überschritten bzw. wann die automatische Zyklenzahl erhöht wurde.
Zyklus-basierte Rechenfunktion	
Anzahl der Rechenfunktionen	GN815: 32; bei Abtastraten von 200 kS/s oder darunter. Bei höheren Abtastraten wird die Anzahl der Rechenfunktionen passend zur verfügbaren Leistung des digitalen Signalprozessors (DSP) verringert. GN816: 32
DSP-Auslastung	Jede Rechenfunktion kann 1 Berechnung durchführen. Die einzelnen Rechenfunktionen beanspruchen nicht die gleiche DSP-Leistung. Wenn eine Rechenfunktion mit der höchsten Rechenleistung gewählt wird, könnte dies zu einer Verringerung der Gesamtzahl der Rechenfunktionen führen. Unterschiedliche Kombinationen erfordern eine jeweils andere Rechenleistung. Die Auswirkungen der gewählten Kombinationen werden in der Software Perception dargestellt.
Rechenfunktionen für Zyklusquellen	Zyklus und Frequenz
Rechenfunktionen für Analogkanäle	GN815: Effektivwert, Minimum, Maximum, Mittelwert, Spitze-Spitze, Fläche, Energie und Scheitelfaktor GN816: Effektivwert, Minimum, Maximum, Mittelwert, Spitze-Spitze, Fläche, Energie und Funktion MeanOfMultiplication
Rechenfunktionen für Timer-/Zähler-Kanäle	Frequenz (zum Aktivieren der Triggerfunktion), Drehzahl des Winkels
Zyklus	Rechtecksignal, Tastgrad 50 % Darstellung der Zyklusquelle; steigende Flanke zeigt Start der neuen Berechnungsperiode an.
Frequenz	Erkanntes Zyklusintervall wird in eine Frequenz umgewandelt (1/Zykluszeit des Eingangssignals)

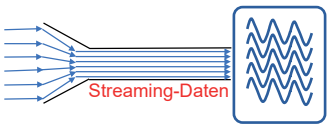
Rechenfunktionen mit Echtzeit-Formeldatenbank	
Triggerdetektor	
Anzahl der Detektoren	32; einer pro Echtzeit-Rechenfunktion
Triggerschwelle	Wird vom Benutzer für jeden Detektor definiert. Erzeugt einen Trigger, wenn das berechnete Signal die Schwelle überschreitet.
Verzögerung des Triggerausgangs	Bei berechneten Signalen sind Trigger um 100 ms verzögert. Die Triggerzeit wird intern korrigiert, damit die Segment-Triggerung korrekt ist. Damit die Triggerzeit korrigiert werden kann, wird eine zusätzliche Vorlauflänge von 100 ms hinzugefügt. Dadurch verringert sich die maximale Segmentlänge um 100 ms.

(1) Der Bereich der Zyklusperiode hängt von der Wellenform des Signals und der Hystereseeinstellung ab. Die hier angegebenen technischen Daten entsprechen einer Sinuswelle mit einer Hysterese von 25 % des Endwerts.

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

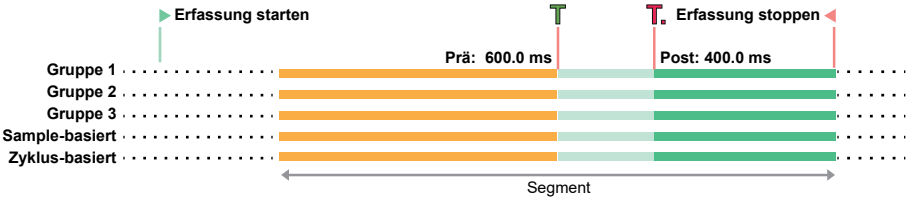
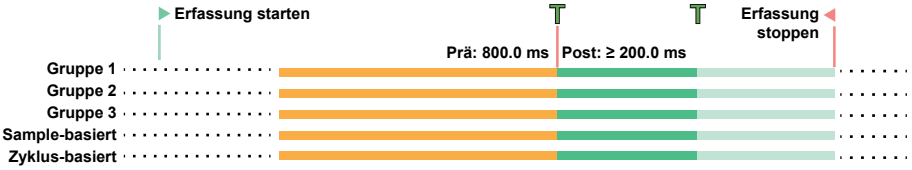
Bei Messstart 	Aufgezeichnete Daten werden kontinuierlich in die Aufzeichnungsdatei auf einem Grundgerät oder PC-Laufwerk gestreamt. Die Datenaufzeichnung auf ein Laufwerk ist durch eine **Gesamtabtastrate** begrenzt, die Aufzeichnungszeit ist durch die **Größe des Laufwerks** begrenzt. **Hinweis**: 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.
Bei Trigger 	Aufgezeichnete Daten werden kontinuierlich in die Aufzeichnungsdatei auf einem Grundgerät oder PC-Laufwerk gestreamt, aber nur die Daten vor und nach einem einzelnen Triggerereignis, die sogenannten „Prä-Trigger“- und „Post-Trigger“-Daten, werden in der Aufzeichnungsdatei behalten. Die getriggerte Datenaufzeichnung auf ein Laufwerk ist durch eine **Gesamtabtastrate** begrenzt, die Aufzeichnungszeit ist durch die Größe des Laufwerks begrenzt. **Hinweis**: 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.
Bei Trigger – bei Pufferung ist Speicherung mit niedriger Rate deaktiviert 	Getriggerte Datenaufzeichnung in den Triggerspeicher auf der Eingangskarte. Bei der getriggerten Datenaufzeichnung in den Triggerspeicher gibt es **keine Abtastratenbegrenzungen**, die Aufzeichnungszeit ist durch die **Größe des Triggerspeichers** begrenzt. Im Triggerspeicher aufgezeichnete getriggerte Daten werden so schnell wie möglich auf ein Laufwerk verschoben. **Hinweis**: Dieser Datenaufzeichnungsmodus garantiert, dass die Daten immer gemäß den vom Benutzer definierten Einstellungen aufgezeichnet werden. Empfohlen für Transienten/nur einmalige/zerstörende Prüfungen.
Bei Trigger – bei Pufferung ist Speicherung mit niedriger Rate aktiviert 	Datenaufzeichnung auf PC- oder Grundgerät-Laufwerk und gleichzeitig getriggerte Datenaufzeichnung in den Triggerspeicher auf der Eingangskarte. Die Datenaufzeichnung mit **niedriger** Rate auf ein Laufwerk ist durch eine **Gesamtabtastrate** begrenzt, und die Aufzeichnungszeit ist durch die **Größe des Laufwerks** begrenzt. Bei der getriggerten Datenaufzeichnung in den Triggerspeicher gibt es **keine Abtastratenbegrenzungen**, die Zeit der getriggerten Datenaufzeichnung ist durch die **Größe des Triggerspeichers** 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 **niedriger** Rate erfolgt, nimmt es Bandbreite der Gesamtabtastrate in Anspruch. **Hinweis:** 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.

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
Bei Trigger	Ja	Freier Speicher auf Laufwerk	Ja	Nein	Ja
Bei Trigger – bei Pufferung ist Speicherung mit niedriger Rate deaktiviert	Nein	Triggerspeicher	Nein	Ja	Ja
Bei Trigger – bei Pufferung ist Speicherung mit niedriger Rate aktiviert	Niedrige Rate: Ja	Freier Speicher auf Laufwerk	Ja	Nein	Nein
	Hohe Rate: 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 die nächsten Aufzeichnungsmodi:

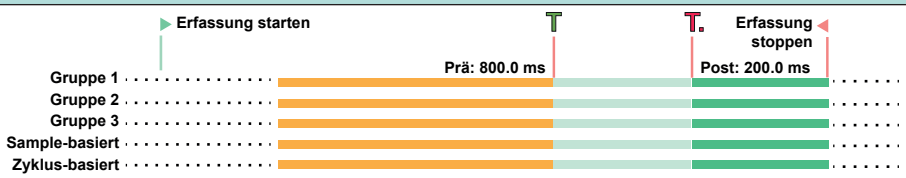
- Bei Trigger
- Bei Trigger – bei Pufferung ist Speicherung mit niedriger Rate deaktiviert
- Bei Trigger – bei Pufferung ist Speicherung mit niedriger Rate aktiviert

Segment	 Definiert durch ein Triggersignal, Prä- und Post-Trigger-Daten und optional Zwischen-Trigger-Daten und/oder ein Stopp-Triggersignal.
Getriggerte Datensegmente	
Prä-Trigger-Daten	Daten, die vor einem Triggersignal aufgezeichnet werden. **Hinweis:** 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.
Post-Trigger-Daten	Nach einem Trigger- oder Stopp-Triggersignal aufgezeichnete Daten. **Hinweis:** Die Aufzeichnung der Post-Trigger-Daten kann je nach Auswahl für *„Post-Trigger beginnt bei“* erneut gestartet oder verzögert werden.
Zwischen-Trigger-Daten	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.
Triggersignale	
Triggersignal	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.
Stopp-Triggersignal	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.
Post-Trigger beginnt bei	
Erstem Trigger	 Das erste Triggersignal beendet die Prä-Trigger-Datenaufzeichnung und startet die Aufzeichnung der Post-Trigger-Daten. Jeder **Trigger**, 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.
Jedem Trigger	 Der erste Trigger beendet die Prä-Trigger-Datenaufzeichnung und startet die Aufzeichnung der Post-Trigger-Daten. Jeder **Trigger**, 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.

Definitionen für getriggerte Aufzeichnungen

Die Angaben in dieser Tabelle gelten für die nächsten Aufzeichnungsmodi:

- Bei Trigger
- Bei Trigger – bei Pufferung ist Speicherung mit niedriger Rate deaktiviert
- Bei Trigger – bei Pufferung ist Speicherung mit niedriger Rate aktiviert

Post-Trigger beginnt bei	
Stopp-Trigger	 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. Jeder **Trigger**, der während der Zwischen-Trigger- und Post-Trigger-Datenaufzeichnung empfangen wird, wird ignoriert. Jeder **Stopp-Trigger**, der während der Prä-Trigger- und Post-Trigger-Datenaufzeichnung empfangen wird, wird ignoriert. Das daraus resultierende Segment enthält Prä-, Zwischen- und Post-Trigger-Daten.

Triggerspeicher bei der Aufzeichnung gefüllt	
Die Größe des Triggerspeichers ist begrenzt, sodass sich dieser Speicher leicht füllen kann, wenn Samples mit hoher Rate 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-Trigger	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 getriggerter Aufzeichnung

Die Angaben in dieser Tabelle gelten für die nächsten Aufzeichnungsmodi:

- Bei Trigger
- Bei Trigger – bei Pufferung ist Speicherung mit niedriger Rate deaktiviert
- Bei Trigger – bei Pufferung ist Speicherung mit niedriger Rate aktiviert

	Bei Trigger – Pufferung unabhängig von Speicherung mit niedriger Rate		**Bei Trigger**	
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)	
Maximale Anzahl an Segmenten				
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 Sekunde	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 (GN815) (1)

16-Bit-Auflösung

Datenaufzeichnungs-modus	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.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign.	1 Kn.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign.	1 Kn.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign.
Max. Triggerspeicher	nicht verwendet			954 MS	119 MS	106 MS	762 MS	95 MS	84 MS
Max. Trigger-Abtastrate	nicht verwendet			2 MS/s			2 MS/s		
Max. reduzierter FIFO	954 MS	119 MS	106 MS	nicht verwendet			190 MS	23 MS	21 MS
Max. (reduzierte) Abtastrate	2 MS/s			nicht verwendet			Trigger-Abtastrate / 2		
Max. reduzierte Gesamt-Streaming-Rate	2 MS/s 4 MB/s	16 MS/s 32 MB/s	18 MS/s 36 MB/s	nicht verwendet			1 MS/s 2 MB/s	8 MS/s 16 MB/s	9 MS/s 18 MB/s

18-Bit-Auflösung

Datenaufzeichnungs-modus	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.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign. Timer/ Zähler	1 Kn.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign. Timer/ Zähler	1 Kn.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign. Timer/ Zähler
Max. Triggerspeicher	nicht verwendet			477 MS	59 MS	43 MS	381 MS	47 MS	34 MS
Max. Trigger-Abtastrate	nicht verwendet			2 MS/s			2 MS/s		
Max. reduzierter FIFO	477 MS	59 MS	43 MS	nicht verwendet			95 MS	11 MS	8 MS
Max. (reduzierte) Abtastrate	2 MS/s			nicht verwendet			Trigger-Abtastrate / 2		
Max. reduzierte Gesamt-Streaming-Rate	2 MS/s 8 MB/s	16 MS/s 64 MB/s	22 MS/s 88 MB/s	nicht verwendet			1 MS/s 4 MB/s	8 MS/s 32 MB/s	11 MS/s 44 MB/s

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

Detailangaben zur Datenerfassung (GN816) (1)

16-Bit-Auflösung

Datenaufzeichnungs-modus	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.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign.	1 Kn.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign.	1 Kn.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign.
Max. Triggerspeicher	nicht verwendet			100 MS	12 MS	10,5 MS	80 MS	9,5 MS	8 MS
Max. Trigger-Abtastrate	nicht verwendet			200 kS/s			200 kS/s		
Max. (reduzierte) Abtastrate	200 kS/s			nicht verwendet			Trigger-Abtastrate / 2		
Max. reduzierte Gesamt-Streaming-Rate	0,2 MS/s 0,4 MB/s	1,6 MS/s 3,2 MB/s	1,8 MS/s 3,6 MB/s	nicht verwendet			0,1 MS/s 0,2 MB/s	0,8 MS/s 1,6 MB/s	0,9 MS/s 1,8 MB/s

18-Bit-Auflösung

Datenaufzeichnungs-modus	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.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign. Timer/ Zähler	1 Kn.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign. Timer/ Zähler	1 Kn.	8 Kn.	8 Kn. u. Ereign. Timer/ Zähler
Max. Triggerspeicher	nicht verwendet			50 MS	6 MS	4 MS	40 MS	4,5 MS	3 MS
Max. Trigger-Abtastrate	nicht verwendet			200 kS/s			200 kS/s		
Max. reduzierter FIFO	50 MS	6 MS	4 MS	nicht verwendet			10 MS	1 MS	0,7 MS
Max. (reduzierte) Abtastrate	200 kS/s			nicht verwendet			Trigger-Abtastrate / 2		
Max. reduzierte Gesamt-Streaming-Rate	0,2 MS/s 0,8 MB/s	1,6 MS/s 6,4 MB/s	2,2 MS/s 8,8 MB/s	nicht verwendet			0,1 MS/s 0,4 MB/s	0,8 MS/s 3,2 MB/s	1,1 MS/s 4,4 MB/s

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

Umgebungsbedingungen	
Temperaturbereich	
Im Betrieb	0 °C bis +40 °C (+32 °F bis +104 °F)
Nicht im Betrieb (Lagerung)	-25 °C bis +70 °C (-13 °F bis +158 °F)
Überhitzungsschutz	Automatische Abschaltung bei Überhitzung bei Innentemperatur von 85 °C (+185 °F) Warnmeldungen an den Benutzer bei 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)
Schocken: IEC 60068-2-27	
Im Betrieb	Halbsinus 10 g/11 ms; 3 Achsen, 1000 Schocks in positiver und negativer Richtung
Nicht im Betrieb	Halbsinus 25 g/6 ms; 3 Achsen, 3 Schocks in positiver und negativer Richtung
Schwingen: IEC 60068-2-64	
Im Betrieb	1 g eff, ½ h; 3 Achsen, Zufallsschwingungen 5 bis 500 Hz
Nicht im Betrieb	2 g eff, 1 h; 3 Achsen, Zufallsschwingungen 5 bis 500 Hz
Umweltprüfungen im Betrieb	
IEC 60068-2-1, Kälte, Prüfung Ad	-5 °C (+23 °F) über 2 Stunden
Trockene Wärme, IEC60068-2-2, Prüfung Bd	+40 °C (+104 °F) über 2 Stunden
Feuchte Wärme, IEC 60068-2-3, Prüfung Ca	+40 °C (+104 °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/+40 °C (+77 °F/+104 °F), Luftfeuchtigkeit >95/90 % rF 6 Zyklen, Zyklusdauer 24 Stunden

Harmonisierte Normen für CE- und UKCA-Konformität gemäß den folgenden Richtlinien(1)	
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 ± 4 kV/Luftentladung ± 8 kV: Bewertungskriterium B
EN 61000-4-3	Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder; 80 MHz bis 2,7 GHz mit 10 V/m, 1000 Hz AM: Bewertungskriterium A
EN 61000-4-4	Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst Netz ± 2 kV mit Koppelnetzwerk. Kanal ± 2 kV mit kapazitiver Koppelzange: Leistungskriterium B
EN 61000-4-5	Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen Netz ± 0,5 kV/± 1 kV Leitung gegen Leitung und ± 0,5 kV/± 1 kV/± 2 kV Leitung gegen Masse; Kanal ± 0,5 kV/± 1 kV mit Koppelnetzwerk: Bewertungskriterium B
EN 61000-4-6	Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder 150 kHz bis 80 MHz, 1000 Hz AM; 10 V eff am Netz, 10 V eff am Kanal, beide mit Zange: Bewertungskriterium A
EN 61000-4-11	Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen Spannungseinbrüche: Bewertungskriterium A; Unterbrechungen: Bewertungskriterium C

(1) UKCA 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 Bruel & Kjaer UK Ltd.
Technology Centre Advanced Manufacturing Park
Brunel Way Catcliffe
Rotherham
South Yorkshire
S60 5WG
United Kingdom

Bestellinformationen			
Artikel		**Beschreibung**	**Bestellnummer**
Basis/IEPE 2M ISO		8 Kanäle, 18 Bit, 2 MS/s, Eingangsbereich ± 10 mV bis ± 50 V, 2 GB RAM, isolierter asymmetrisch differenzieller Eingang mit 33 V eff, pro Kanal ein isolierter BNC-Steckverbinder aus Metall. Basisspannungs- und IEPE-Sensor mit Unterstützung von TEDS Klasse 1. Echtzeitzyklus- und Timer-basierte Rechenfunktionen mit Triggern durch berechnete Ergebnisse. Unterstützt von Perception V6.50 und höher.	1-GN815
Basis/IEPE 200k ISO		8 Kanäle, 18 Bit, 200 kS/s, Eingangsbereich ± 10 mV bis ± 50 V, 200 MB RAM, isolierter asymmetrisch differenzieller Eingang mit 33 V eff, pro Kanal ein isolierter BNC-Steckverbinder aus Metall. Basisspannungs- und IEPE-Sensor mit Unterstützung von TEDS Klasse 1. Echtzeitzyklus- und Timer-basierte Rechenfunktionen mit Triggern durch berechnete Ergebnisse. Unterstützt von Perception V6.50 und höher.	1-GN816

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

B05223_04_G00_00 26/03/2025

Hottinger Brüel & Kjaer GmbH

Im Tiefen See 45 · 64293 Darmstadt · Germany
Tel. +49 6151 803-0 · Fax +49 6151 803-9100
www.hbkworld.com · info@hbkworld.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.