

# MX411B-R

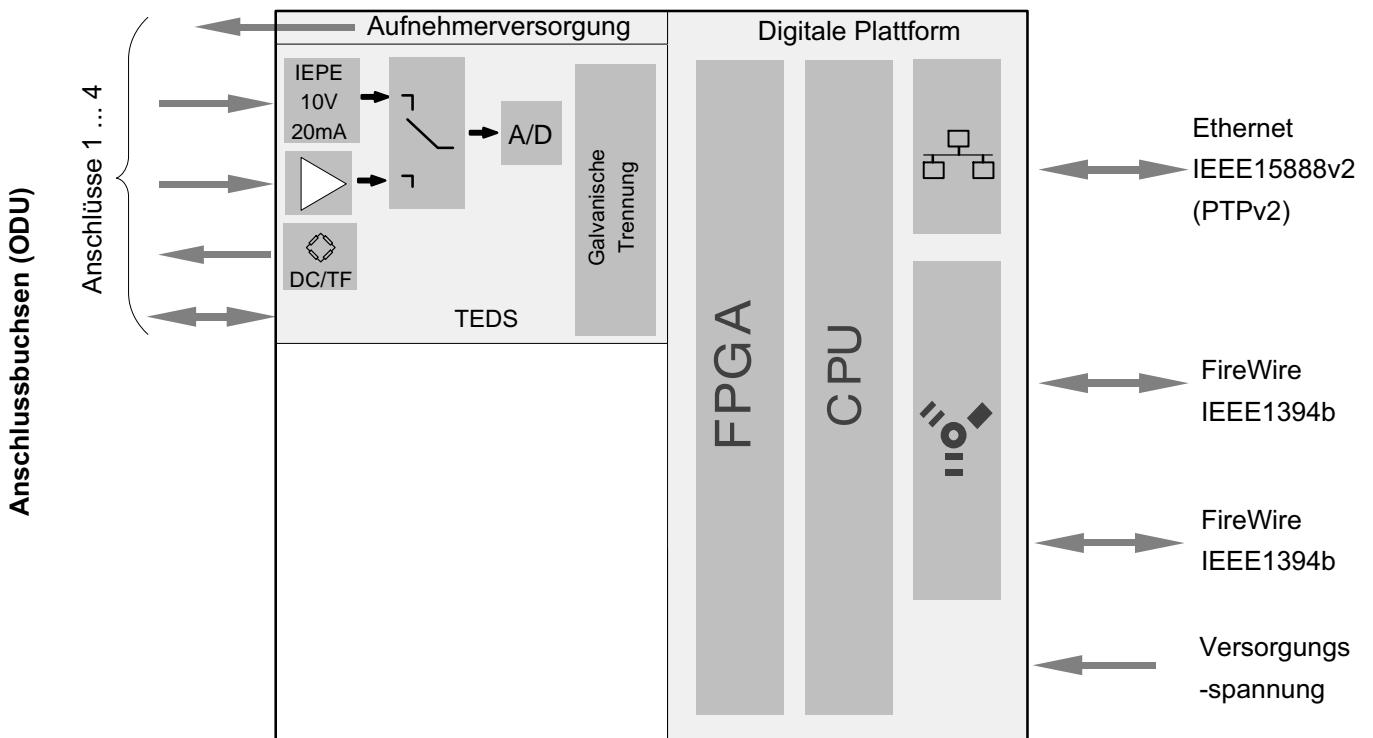
Ultra-robuster  
hochdynamischer  
Universalmessverstärker



## Charakteristische Merkmale

- 4 individuell konfigurierbare Eingänge (galvanisch getrennt)
- Anschluss von mehr als 5 Aufnehmertechnologien
- Messrate bis 100 kS/s pro Kanal, 200 kS/s bei 2 Kanälen, aktives Tiefpassfilter
- TEDS-Unterstützung
- Einsatz in rauer Umgebung (Schock, Vibration, Temperatur, Betauung, Feuchte)
- Versorgungsspannung für aktive Aufnehmer

## Blockschaltbild



# Technische Daten MX411B-R

| Allgemeine Technische Daten   |  |   |
|---|--|---|
| <b>Eingänge</b>   | Anzahl   | 4, untereinander und zur Versorgung <sup>1)</sup> galvanisch getrennt   |
| <b>Aufnehmertechnologien pro Anschluss</b>  |  | DMS-Voll- und Halbbrücke, Induktive Voll- und Halbbrücke, Piezoresistive Vollbrücke, Stromgespeiste piezoelektrische Aufnehmer (IEPE / ICP <sup>®</sup> ), Spannung (± 10 V), Strom (20 mA) |
| <b>A/D-Wandlung</b>   |  | 24 Bit Delta Sigma Wandler  |
| <b>Messraten</b>  | S/s  | Dezimal: 0,1 ... 100.000 / 200.000 <sup>2)</sup><br>HBM Klassisch: 0,1 ... 96.000 / 192.000 <sup>2)</sup>   |
| <b>Signalbandbreite, max. (-3 dB)</b>   | Hz   | 0 ... 40.000 / 80.000 <sup>3)</sup> (Filter aus),<br>0 ... 1.600 bei Trägerfrequenz   |
| <b>Aktives Tiefpassfilter</b>   |  | Bessel, Butterworth, Linear Phase, Filter aus   |
| <b>Aufnehmeridentifikation (TEDS, IEEE 1451.4)</b><br>max. Abstand des TEDS-Moduls  | m  | 100   |
| <b>Aufnehmeranschluss</b>   |  | ODU MINI-SNAP, 14 Pins  |
| <b>Versorgungsspannungsbereich (DC)</b>   | V  | 10 ... 30 (Nennspannung 24 V)   |
| <b>Versorgungsspannungsunterbrechung, max. (bei 24 V)</b>   | ms   | 5 <sup>4)</sup>   |
| <b>Leistungsaufnahme</b><br>ohne einstellbare Aufnehmerspeisung<br>mit einstellbarer Aufnehmerspeisung  | W<br>W   | < 12<br>< 15  |
| <b>Aufnehmerspeisung (aktive Aufnehmer)</b><br>Einstellbare Versorgungsspannung (DC)<br>Maximale Ausgangsleistung   | V<br>W   | 5 ... 24; kanalweise einstellbar<br>0,7 je Kanal / 2 insgesamt  |
| <b>Ethernet (Datenverbindung)</b><br>Protokoll (Adressierung)<br>Steckverbindung<br>Max. Kabellänge zum Modul   | -<br>-<br>m  | 10Base-T / 100Base-TX<br>TCP/IP (Direkte IP-Adresse oder DHCP)<br>ODU MINI-SNAP, 8 Pins<br>100  |
| <b>Synchronisationsmöglichkeiten</b><br>FireWire IEEE1394b<br>Ethernet PTPv2 IEEE1588<br>Ethernet NTP   |  | FireWire based synchronization<br>Ethernet based Precision Time Protocol<br>Ethernet based Network Time Protocol  |
| <b>IEEE1394b FireWire (optionale Spannungsversorgung)</b><br>Max. Strom von Modul zu Modul<br>Stecker<br>Max. Kabellänge zwischen den Teilnehmern<br>Max. Anzahl in Reihe verbundener Module (daisy chain)<br>Max. Anzahl der Module in einem IEEE1394b FireWire-System (inkl. Hubs <sup>6)</sup> )<br>Max. Anzahl von Hops | A<br>-<br>m<br>-<br>-<br>-                                   | IEEE 1394b (nur HBM-Module)<br>1,5<br>ODU MINI-SNAP, 8 Pins<br>5 (optisch: 100)<br>12 (=11 Hops <sup>5)</sup> )<br>24<br>14   |
| <b>Nenntemperaturbereich</b><br>Höhenabhängige Einschränkungen<br>Maximale Temperatur bei 0 m<br>Maximale Temperatur bei 2500 m<br>Maximale Temperatur bei 5000 m   | °C<br>-<br>°C<br>°C<br>°C                                    | -40... +80 taupunktfest<br>-<br>+80<br>+70<br>+55   |
| <b>Lagertemperaturbereich</b>   | °C   | -40 ... +85   |
| <b>Relative Luftfeuchte</b>   | %  | 5 ... 100   |
| <b>Schutzklasse</b>   |  | III <sup>7)</sup>   |
| <b>Schutzart</b>  |  | IP65/IP67 nach EN 60529   |
| <b>EMV-Anforderungen</b>  |  | nach EN 61326-1   |
| <b>Mechanische Prüfungen</b><br>Vibration<br>Beschleunigung<br>Dauer<br>Frequenz<br>Schock<br>Beschleunigung<br>Impulsdauer<br>Schockanzahl   | m/s <sup>2</sup><br>min<br>Hz<br>m/s <sup>2</sup><br>ms<br>- | nach MIL-STD202G, Methode 204D, Test-Bedingung C<br>100<br>450<br>5 bis 2.000<br>nach MIL-STD202G, Methode 213B, Test-Bedingung B<br>750<br>6<br>18   |

1) Beim Verwenden der variablen Aufnehmerspeisung wird die galvanische Trennung zur Versorgung aufgehoben.

2) Höherer Messratenbereich nur bei Verwendung von max. 2 Kanälen

3) Höhere Bandbreite nur bei Verwendung von höheren Messraten (max. 2 Kanäle)

4) USV für längere Unterbrechungen als Zubehör verfügbar

5) Hops: Übergang von Modul zu Modul oder Signalaufbereitung/Verteilung über IEEE1394b FireWire (Hub, Modulträger)

6) Hub: IEEE1394b FireWire-Knotenpunkt bzw. Verteiler

7) Die Gleichspannungsversorgung muss den Anforderungen von IEC 60950-1 an eine SELV-Spannungsversorgung entsprechen.

## Technische Daten MX411B-R (Fortsetzung)

|  |                  |                                 |
|--|------------------|---------------------------------|
| <b>Betriebshöhe, max.</b>  | m                | 5.000                           |
| <b>Maximale Eingangsspannung an Aufnehmerbuchse gegen Masse (PIN 13 bzw. PIN 4), transientenfrei</b><br>PIN 1, 2, 5, 8, 11, 12, 14 (Brücke und TEDS)<br>PIN 3 (Spannung)<br>PIN 6 (Strom)<br>PIN 5 (Steuerleitungen) | V<br>V<br>V<br>V | ± 5,5<br>± 40<br>± 1,5<br>+ 3,3 |
| <b>Abmessungen, liegend (H x B x T)</b>  | mm               | 80 x 205 x 140                  |
| <b>Gewicht, ca.</b>  |                  | 1.900                           |

| <b>DMS-Vollbrücke und Halbbrücke, Brückenspeisung: Trägerfrequenz</b>  |                              |  |
|--|------------------------------|--|
| <b>Genauigkeitsklasse</b>  |                              | 0,05   |
| <b>Trägerfrequenz (Sinus)</b>  | Hz                           | 4.800 ± 2                                      |
| <b>Brückenspeisespannung</b>   | V                            | 1 ; 2,5; 5 (± 5 %)                             |
| <b>Zulässige Kabellänge zwischen Modul und Aufnehmer</b>   | m                            | 100  |
| <b>Messbereiche</b><br>bei 5 V Speisung<br>bei 2,5 V Speisung<br>bei 1 V Speisung  | mV/V<br>mV/V<br>mV/V         | ± 4<br>± 8<br>± 20                             |
| <b>Aufnehmerimpedanzen</b><br>bei 5 V Speisung<br>bei 2,5 V Speisung<br>bei 1 V Speisung   | Ω<br>Ω<br>Ω                  | 300 ... 1.000<br>110 ... 1.000<br>80 ... 1.000 |
| <b>Rauschen (Spitze-Spitze) bei 25 °C und 5 V Speisung</b><br>bei Filter 1 Hz Bessel<br>bei Filter 10 Hz Bessel<br>bei Filter 100 Hz Bessel<br>bei Filter 1 kHz Bessel | μV/V<br>μV/V<br>μV/V<br>μV/V | < 0,1<br>< 0,2<br>< 0,5<br>< 1,5               |
| <b>Linearitätsabweichung</b>   | %                            | < 0,02 vom Messbereichsendwert                 |
| <b>Nullpunktdrift (Vollbrücke mit Speisung 5 V)</b>  | %/10 K                       | < 0,02 vom Messbereichsendwert                 |
| <b>Endwertdrift (Speisung 5 V)</b>   | %/10 K                       | < 0,05 vom Messwert                            |

| <b>DMS-Vollbrücke und Halbbrücke, Brückenspeisung: Gleichspannung</b>  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Genauigkeitsklasse</b>  |  | 0,05  |
| <b>Brückenspeisespannung (DC)</b>  | V  | 1 ; 2,5; 5; 7,5 (± 8 %)   |
| <b>Zulässige Kabellänge zwischen Modul und Aufnehmer</b>   | m  | 100 (bei U <sub>B</sub> =7,5 V: 50 m)   |
| <b>Messbereiche</b><br>bei 7,5 V Speisung<br>bei 5 V Speisung<br>bei 2,5 V Speisung<br>bei 1 V Speisung  | mV/V<br>mV/V<br>mV/V<br>mV/V                 | ± 4<br>± 4<br>± 10<br>± 20  |
| <b>Aufnehmerimpedanzen</b><br>bei 7,5 V Speisung<br>bei 5 V Speisung<br>bei 2,5 V Speisung<br>bei 1 V Speisung   | Ω<br>Ω<br>Ω<br>Ω                             | 300 ... 5.000 (max. 50 m Kabel)<br>110 ... 5.000<br>110 ... 5.000<br>80 ... 5.000 |
| <b>Rauschen (Spitze-Spitze) bei 25 °C und 5 V Speisung</b><br>bei Filter 1 Hz Bessel<br>bei Filter 10 Hz Bessel<br>bei Filter 100 Hz Bessel<br>bei Filter 1 kHz Bessel<br>bei Filter 10 kHz Bessel<br>bei Filter aus | μV/V<br>μV/V<br>μV/V<br>μV/V<br>μV/V<br>μV/V | < 0,15<br>< 0,3<br>< 0,6<br>< 2<br>< 9<br>< 10                                    |
| <b>Linearitätsabweichung</b>   | %  | < 0,02 vom Messbereichsendwert  |
| <b>Nullpunktdrift (Vollbrücke mit Speisung 5 V)</b>  | %/10 K                                       | < 0,05 vom Messbereichsendwert  |
| <b>Endwertdrift (Speisung 5 V)</b>   | %/10 K                                       | < 0,05 vom Messwert   |

## Technische Daten MX411B-R (Fortsetzung)

| Induktive Vollbrücke und Halbbrücke, Brückenspeisung: Trägerfrequenz |        |                                |
|--|--------|--------------------------------|
| Genauigkeitsklasse   |        | 0,05                           |
| Trägerfrequenz (Sinus)   | Hz     | 4.800 ± 2                      |
| Brückenspeisespannung  | V      | 1; 2,5 (± 8 %)                 |
| Zulässige Kabellänge zwischen Modul und Aufnehmer                    | m      | 100                            |
| Messbereiche   |        |                                |
| bei 2,5 V Speisung   | mV/V   | ± 100                          |
| bei 1 V Speisung   | mV/V   | ± 250                          |
| Aufnehmerimpedanzen  |        |                                |
| bei 2,5 V Speisung   | Ω      | 110 ... 1.000                  |
| bei 1 V Speisung   | Ω      | 80 ... 1.000                   |
| Rauschen (Spitze-Spitze) bei 25 °C und 2,5 V Speisung                |        |                                |
| bei Filter 1 Hz Bessel   | μV/V   | < 2                            |
| bei Filter 10 Hz Bessel  | μV/V   | < 4                            |
| bei Filter 100 Hz Bessel   | μV/V   | < 12                           |
| bei Filter 1 kHz Bessel  | μV/V   | < 40                           |
| Linearitätsabweichung  | %      | < 0,02 vom Messbereichsendwert |
| Nullpunktdrift (Vollbrücke mit Speisung 2,5 V)                       | %/10 K | < 0,01 vom Messbereichsendwert |
| Endwertdrift (Speisung 2,5 V)  | %/10 K | < 0,05 vom Messwert            |

| Piezoresistive Vollbrücke, Brückenspeisung: Gleichspannung |        |                                |
|--|--------|--------------------------------|
| Genauigkeitsklasse   |        | 0,05                           |
| Brückenspeisespannung (DC)                                 | V      | 2,5; 5 (± 5 %)                 |
| Zulässige Kabellänge zwischen Modul und Aufnehmer          | m      | 100                            |
| Messbereiche   |        |                                |
| bei 5 V Speisung   | mV/V   | ± 50                           |
| bei 2,5 V Speisung   | mV/V   | ± 100                          |
| Aufnehmerimpedanzen  |        |                                |
| bei 5 V Speisung   | Ω      | 110 ... 5.000                  |
| bei 2,5 V Speisung   | Ω      | 110 ... 5.000                  |
| Rauschen (Spitze-Spitze) bei 25 °C und 5 V Speisung        |        |                                |
| bei Filter 1 Hz Bessel                                     | μV/V   | < 2                            |
| bei Filter 10 Hz Bessel                                    | μV/V   | < 3                            |
| bei Filter 100 Hz Bessel                                   | μV/V   | < 8                            |
| bei Filter 1 kHz Bessel                                    | μV/V   | < 25                           |
| bei Filter 10 kHz Bessel                                   | μV/V   | < 130                          |
| bei Filter aus   | μV/V   | < 150                          |
| Linearitätsabweichung                                      | %      | < 0,02 vom Messbereichsendwert |
| Nullpunktdrift (Speisung 5 V)                              | %/10 K | < 0,03 vom Messbereichsendwert |
| Endwertdrift (Speisung 5 V)                                | %/10 K | < 0,05 vom Messwert            |

## Technische Daten MX411B-R (Fortsetzung)

| Spannung $\pm 10$ V  |            |                                |
|--|------------|--------------------------------|
| <b>Genauigkeitsklasse</b>  |            | 0,03                           |
| <b>Zulässige Kabellänge zwischen Modul und Aufnehmer</b>               | m          | 100                            |
| <b>Messbereich</b>   | V          | $\pm 10$                       |
| <b>Innenwiderstand der angeschlossenen Spannungsquelle</b>             | k $\Omega$ | < 5                            |
| <b>Eingangsimpedanz</b>  | M $\Omega$ | > 10                           |
| <b>Rauschen (Spitze-Spitze) bei 25 °C</b>                              |            |                                |
| bei Filter 1 Hz Bessel   | $\mu$ V    | < 25                           |
| bei Filter 10 Hz Bessel  | $\mu$ V    | < 50                           |
| bei Filter 100 Hz Bessel   | $\mu$ V    | < 100                          |
| bei Filter 1 kHz Bessel  | $\mu$ V    | < 300                          |
| bei Filter 10 kHz  | $\mu$ V    | < 600                          |
| bei Filter aus / 96000 Werte/s   | $\mu$ V    | <1.000                         |
| <b>Linearitätsabweichung</b>   | %          | < 0,02 vom Messbereichsendwert |
| <b>Gleichtaktunterdrückungen</b>                                       |            |                                |
| bei DC-Gleichtakt  | dB         | > 100                          |
| bei 50 Hz-Gleichtakt   | dB         | typ. 75                        |
| <b>max. Gleichtaktspannung</b><br>(gegen Gehäuse und Versorgungsmasse) | V          | $\pm 60$                       |
| <b>Nullpunktdrift</b>  | %/10 K     | < 0,02 vom Messbereichsendwert |
| <b>Endwertdrift</b>  | %/10 K     | < 0,03 vom Messwert            |

| Strom 20 mA  |          |                                |
|--|----------|--------------------------------|
| <b>Genauigkeitsklasse</b>  |          | 0,03                           |
| <b>Zulässige Kabellänge zwischen Modul und Aufnehmer</b>               | m        | 100                            |
| <b>Messbereich</b>   | mA       | $\pm 20$                       |
| <b>Wert des Messwiderstandes</b>                                       | $\Omega$ | 50                             |
| <b>Rauschen (Spitze-Spitze) bei 25 °C</b>                              |          |                                |
| bei Filter 1 Hz Bessel   | $\mu$ A  | < 0,5                          |
| bei Filter 10 Hz Bessel  | $\mu$ A  | < 1,5                          |
| bei Filter 100 Hz Bessel   | $\mu$ A  | < 10                           |
| bei Filter 1 kHz Bessel  | $\mu$ A  | < 20                           |
| bei Filter 10 kHz Bessel   | $\mu$ A  | < 28                           |
| bei Filter Aus   | $\mu$ A  | < 30                           |
| <b>Linearitätsabweichung</b>   | %        | < 0,02 vom Messbereichsendwert |
| <b>Gleichtaktunterdrückungen</b>                                       |          |                                |
| bei DC-Gleichtakt  | dB       | > 100                          |
| bei 50 Hz-Gleichtakt   | dB       | typ. 75                        |
| <b>Max. Gleichtaktspannung</b><br>(gegen Gehäuse und Versorgungsmasse) | V        | $\pm 60$                       |
| <b>Nullpunktdrift</b>  | %/10 K   | < 0,02 vom Messbereichsendwert |
| <b>Endwertdrift</b>  | %/10 K   | < 0,03 vom Messwert            |

## Technische Daten MX411B-R (Fortsetzung)

| Stromgespeiste piezoelektrische Aufnehmer (IEPE, ICP®)  |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| <b>Genauigkeitsklasse</b>   |                                  | 0,1  |
| <b>Zulässige Kabellänge zwischen Modul und Aufnehmer</b><br>Verlegung nur innerhalb geschlossener Gebäude   | m                                | < 30   |
| <b>Aufnehmerspeisung</b>  | mA                               | 4 mA ± 15%   |
| <b>Messbereiche (AC)</b>  | V                                | ± 2; ± 10  |
| <b>IEPE Quellenspannung (Compliance Voltage), typ.</b>  | V                                | 21   |
| <b>Rauschen(Spitze-Spitze) bei 25 °C und Messbereich ± 10 V</b><br>bei Filter 1 Hz Bessel<br>bei Filter 10 Hz Bessel<br>bei Filter 100 Hz Bessel<br>bei Filter 1 kHz Bessel<br>bei Filter 10 kHz Bessel<br>bei Filter aus | µV<br>µV<br>µV<br>µV<br>µV<br>µV | < 25<br>< 50<br>< 100<br>< 300<br>< 600<br>< 1.000 |
| <b>Linearitätsabweichung</b>  | %                                | < 0,1 vom Messbereichsendwert                      |
| <b>Gleichtaktunterdrückungen</b><br>bei DC-Gleichtakt<br>bei 50 Hz-Gleichtakt, typ.   | dB<br>dB                         | > 100<br>75  |
| <b>Max. Gleichtaktspannung</b><br>(gegen Gehäuse und Versorgungsmasse)  | V                                | ± 60   |
| <b>Nullpunktdrift</b>   | %/10 K                           | < 0,1 vom Messbereichsendwert                      |
| <b>Endwertdrift</b>   | %/10 K                           | < 0,03 vom Messwert                                |

| Echtzeitberechnung auf dem Modul   |    |            |
|--|----|------------|
| <b>Effektivwerteinheit (RMS)</b>   |    | 4          |
| <b>Spitzenwerteinheit</b><br>Anzahl der Spitzenwerte<br>Ausgaberate max. | Hz | 8<br>4.800 |

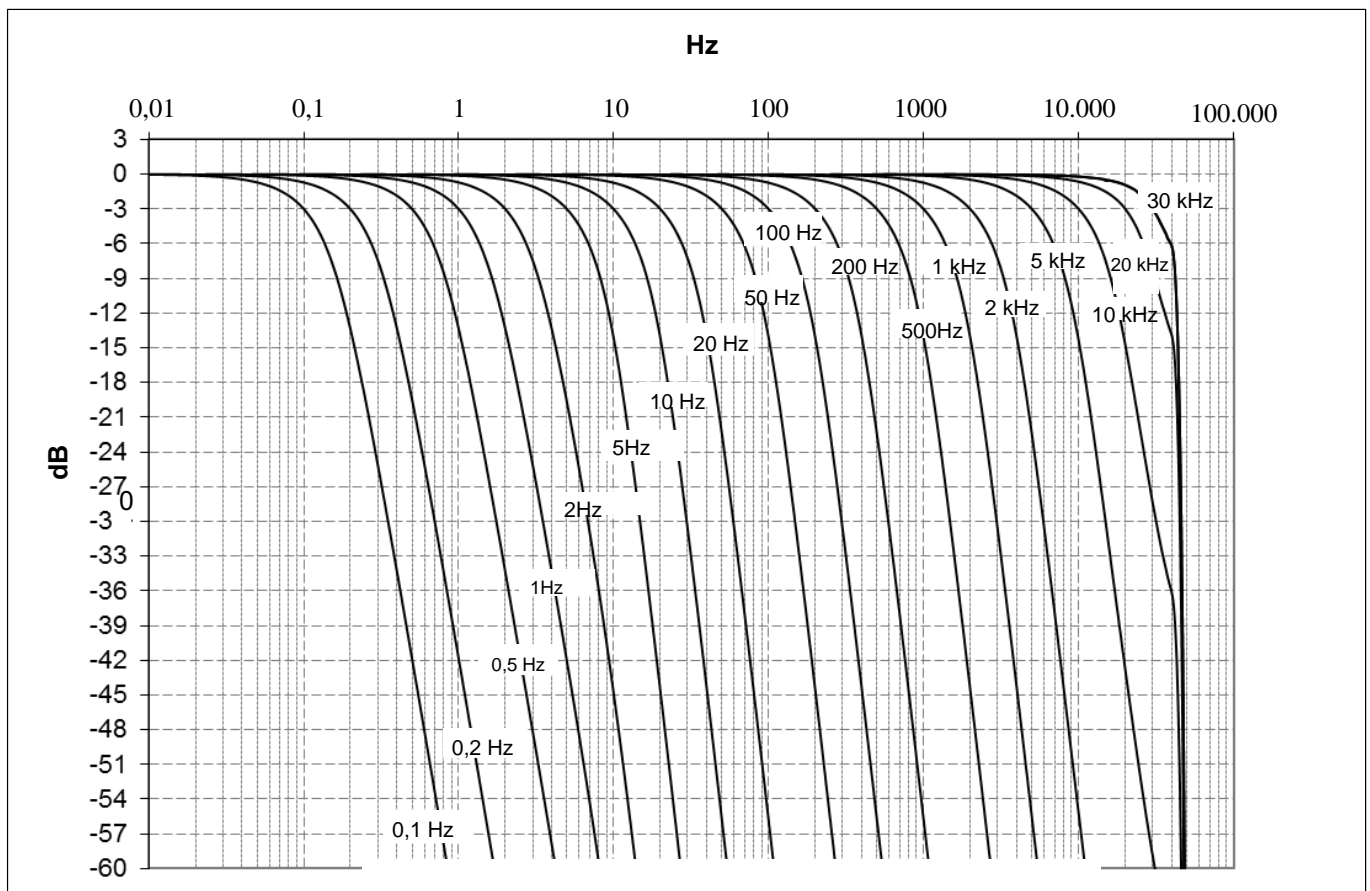
## Dezimale Messraten und digitale Tiefpassfilter Typ Bessel

(Bessel 4. Ordnung bei Messraten < 100.000 Hz; 6. Ordnung bei Messrate= 100.000 Hz)

| Typ    | -1dB (Hz) | -3dB (Hz) | -20dB (Hz) | Laufzeit*) (ms) | Anstiegszeit (ms) | Überschwingen (%) | Messrate (Hz) |
|--------|-----------|-----------|------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Bessel | 20.616    | 30.000    | 44.600     | 0,002           | 0,01              | 2,8               | 100.000       |
|        | 12.373    | 20.000    | 43.000     | 0,005           | 0,02              | 1,0               | 100.000       |
|        | 5.917     | 10.000    | 23.465     | 0,021           | 0,04              | 0,8               | 100.000       |
|        | 2.929     | 5.000     | 11.715     | 0,06            | 0,07              | 0,8               | 100.000       |
|        | 1.164     | 2.000     | 4.700      | 0,19            | 0,20              | 0,8               | 100.000       |
|        | 584       | 1.000     | 2.350      | 0,40            | 0,30              | 0,6               | 100.000       |
|        | 292       | 500       | 1.175      | 0,82            | 0,70              | 0,6               | 100.000       |
|        | 117       | 200       | 470        | 2,10            | 1,70              | 0,6               | 100.000       |
|        | 58,0      | 100       | 235        | 4,20            | 3,50              | 0,6               | 100.000       |
|        | 29,2      | 50        | 117,5      | 8,50            | 7,0               | 0,6               | 100.000       |
|        | 11,7      | 20        | 47         | 21,3            | 17,0              | 0,6               | 100.000       |
|        | 5,80      | 10        | 23,5       | 42,7            | 35,0              | 0,6               | 100.000       |
|        | 2,91      | 5         | 11,74      | 85,5            | 70,0              | 0,6               | 100.000       |
|        | 1,19      | 2         | 5,04       | 187             | 175               | 0,9               | 1.000         |
|        | 0,59      | 1         | 2,54       | 351             | 350               | 0,8               | 1.000         |
|        | 0,30      | 0,5       | 1,27       | 680             | 700               | 0,8               | 1.000         |
| 0,12   | 0,2       | 0,51      | 1.669      | 1.751           | 0,8               | 1.000             |               |
| 0,06   | 0,1       | 0,25      | 3.315      | 3.499           | 0,8               | 1.000             |               |

\*) Die Verzögerungszeit des AD-Wandlers beträgt für alle Messraten 277 µs und ist in der Spalte "Laufzeit" nicht berücksichtigt!

## Dezimale Messraten : Amplitudengang Bessel-Filter



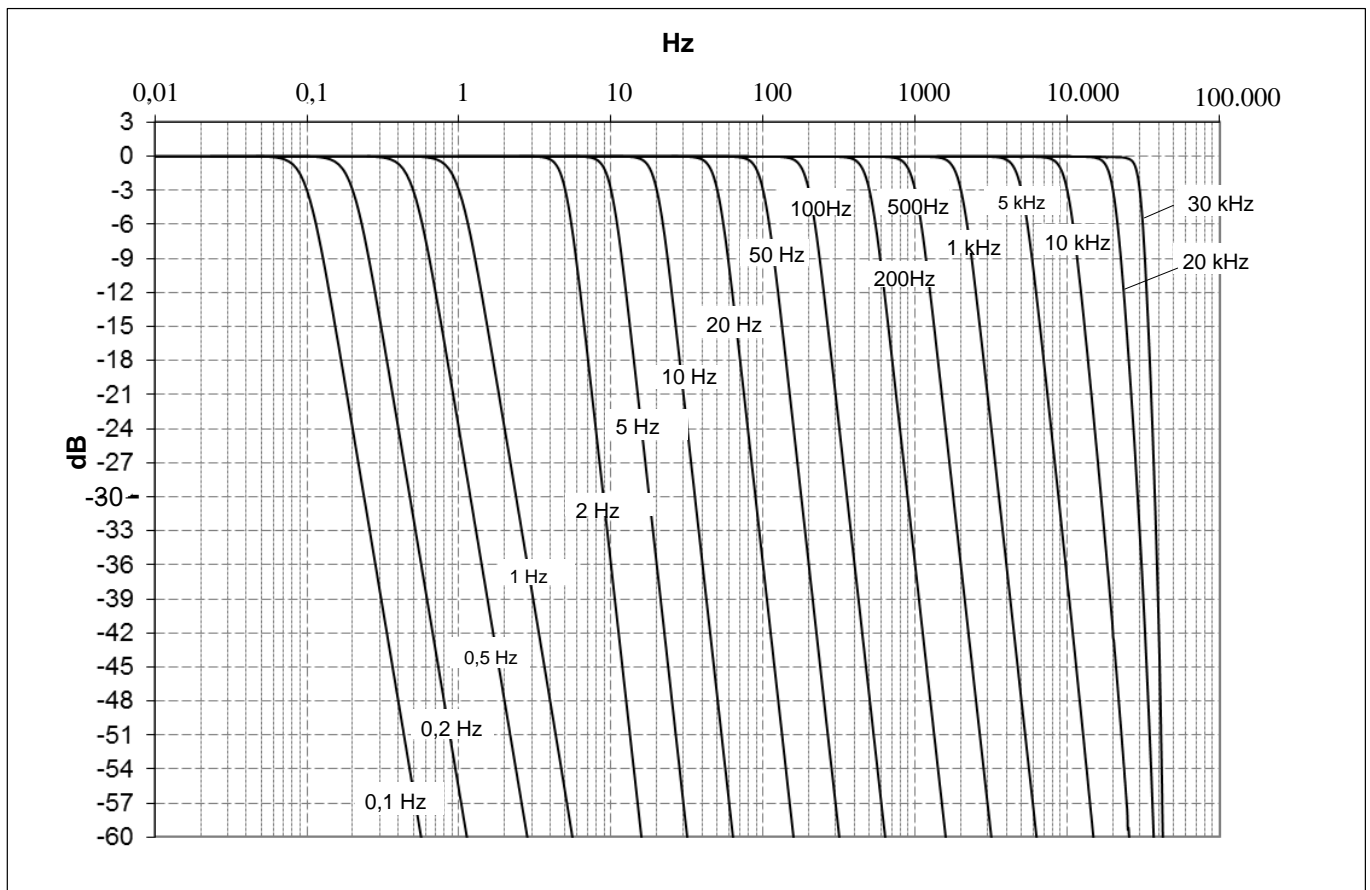
## Dezimale Messraten und digitale Tiefpassfilter Typ Butterworth

(Butterworth 4. Ordnung bei Messraten < 100.000 Hz; 6. Ordnung bei Messrate= 100.000 Hz)

| Typ         | -1dB (Hz) | -3dB (Hz) | -20dB (Hz) | Laufzeit*) (ms) | Anstiegszeit (ms) | Überschwingen (%) | Messrate (Hz) |
|-------------|-----------|-----------|------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Butterworth | 28.269    | 30.000    | 35.359     | 0,02            | 0,02              | 19,3              | 100.000       |
|             | 18.328    | 20.000    | 26.009     | 0,03            | 0,03              | 17,6              | 100.000       |
|             | 8.994     | 10.000    | 14.155     | 0,06            | 0,04              | 15,5              | 100.000       |
|             | 4.475     | 5.000     | 7.265      | 0,10            | 0,09              | 15                | 100.000       |
|             | 1.787     | 2.000     | 2.929      | 0,30            | 0,20              | 14                | 100.000       |
|             | 894       | 1.000     | 1.466      | 0,70            | 0,40              | 14                | 100.000       |
|             | 447       | 500       | 733        | 1,30            | 0,80              | 14                | 100.000       |
|             | 179       | 200       | 293        | 3,30            | 2,00              | 14                | 100.000       |
|             | 89        | 100       | 147        | 6,60            | 4,00              | 14                | 100.000       |
|             | 44,7      | 50        | 73,3       | 13,0            | 8,00              | 14                | 100.000       |
|             | 17,9      | 20        | 29,3       | 33,0            | 21,0              | 14                | 100.000       |
|             | 8,9       | 10        | 14,7       | 66,0            | 43,0              | 14                | 100.000       |
|             | 4,47      | 5         | 7,33       | 132             | 85,0              | 14                | 100.000       |
|             | 1,69      | 2         | 3,55       | 248             | 194               | 11                | 1.000         |
|             | 0,84      | 1         | 1,78       | 471             | 387               | 11                | 1.000         |
|             | 0,42      | 0,5       | 0,89       | 921             | 774               | 11                | 1.000         |
| 0,17        | 0,2       | 0,35      | 2.266      | 1.934           | 11                | 1.000             |               |
| 0,08        | 0,1       | 0,18      | 4.510      | 3.869           | 11                | 1.000             |               |

\*) Die Verzögerungszeit des A/D-Wandlers beträgt für alle Messraten 277 µs und ist in der Spalte "Laufzeit" nicht berücksichtigt!

## Dezimale HBM-Messraten : Amplitudengang Butterworth-Filter





## Dezimale Messraten und digitale Tiefpassfilter (Zweikanalmodus), Typ Bessel

(4. Ordnung bei Messraten < 200.000 Hz; 6. Ordnung bei Messrate = 200.000 Hz)

| Typ    | -1dB (Hz) | -3dB (Hz) | -20dB (Hz) | Laufzeit*) (ms) | Anstiegszeit (ms) | Überschwingen (%) | Messrate (Hz) |
|--------|-----------|-----------|------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Bessel | 41.232    | 60.000    | 89.200     | 0,001           | 0,005             | 2,8               | 200.000       |
|        | 24.746    | 40.000    | 86.000     | 0,0025          | 0,01              | 1,0               | 200.000       |
|        | 11.834    | 20.000    | 46.930     | 0,01            | 0,02              | 0,8               | 200.000       |
|        | 5.858     | 10.000    | 23.430     | 0,03            | 0,035             | 0,8               | 200.000       |
|        | 2.328     | 4.000     | 8.400      | 0,09            | 0,10              | 0,8               | 200.000       |
|        | 1.168     | 2.000     | 4.700      | 0,40            | 0,15              | 0,6               | 200.000       |
|        | 584       | 1.000     | 2.350      | 0,82            | 0,35              | 0,6               | 200.000       |
|        | 234       | 400       | 940        | 2,10            | 0,85              | 0,6               | 200.000       |
|        | 116       | 200       | 470        | 4,20            | 1,75              | 0,6               | 200.000       |
|        | 58,4      | 100       | 235        | 8,50            | 3,50              | 0,6               | 200.000       |
|        | 23,4      | 40        | 94         | 21,3            | 8,50              | 0,6               | 200.000       |
|        | 11,6      | 20        | 47         | 42,7            | 17,50             | 0,6               | 200.000       |
|        | 5,82      | 10        | 23,48      | 85,5            | 35,0              | 0,6               | 200.000       |
|        | 2,38      | 4         | 10,08      | 187             | 87,5              | 0,9               | 1.000         |
|        | 1,18      | 2         | 5,08       | 351             | 175               | 0,8               | 1.000         |
|        | 0,60      | 1         | 2,54       | 680             | 350               | 0,8               | 1.000         |
| 0,24   | 0,4       | 1,02      | 1.669      | 875             | 0,8               | 1.000             |               |
| 0,12   | 0,2       | 0,50      | 3.315      | 1.750           | 0,8               | 1.000             |               |

\*) Die Verzögerungszeit des A/D-Wandlers beträgt für alle Messraten 140 µs und ist in der Spalte "Laufzeit" nicht berücksichtigt!

## Dezimale Messraten und digitale Tiefpassfilter (Zweikanalmodus), Typ Butterworth

(4. Ordnung bei Messraten < 200.000 Hz; 6. Ordnung bei Messrate = 200.000 Hz)

| Typ         | -1dB (Hz) | -3dB (Hz) | -20dB (Hz) | Laufzeit*) (ms) | Anstiegszeit (ms) | Überschwingen (%) | Messrate (Hz) |
|-------------|-----------|-----------|------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Butterworth | 56.538    | 60.000    | 70.718     | 0,01            | 0,01              | 193               | 200.000       |
|             | 36.656    | 40.000    | 52.018     | 0,015           | 0,015             | 17,6              | 200.000       |
|             | 17.988    | 20.000    | 28.310     | 0,03            | 0,02              | 15,5              | 200.000       |
|             | 8.950     | 10.000    | 14.530     | 0,05            | 0,045             | 15                | 200.000       |
|             | 3.576     | 4.000     | 5.858      | 0,15            | 0,10              | 14                | 200.000       |
|             | 1.788     | 2.000     | 2.932      | 0,35            | 0,20              | 14                | 200.000       |
|             | 894       | 1.000     | 1.466      | 0,65            | 0,40              | 14                | 200.000       |
|             | 358       | 400       | 586        | 1,65            | 1,00              | 14                | 200.000       |
|             | 178       | 200       | 294        | 3,30            | 2,00              | 14                | 200.000       |
|             | 89,4      | 100       | 147        | 6,50            | 4,00              | 14                | 200.000       |
|             | 35,8      | 40        | 59         | 16,5            | 10,5              | 14                | 200.000       |
|             | 17,8      | 20        | 29,4       | 33,0            | 21,5              | 14                | 200.000       |
|             | 8,94      | 10        | 14,66      | 66,0            | 42,5              | 14                | 200.000       |
|             | 3,38      | 4         | 7,1        | 124             | 97,0              | 11                | 1.000         |
|             | 1,68      | 2         | 3,6        | 235             | 193               | 11                | 1.000         |
|             | 0,84      | 1         | 1,78       | 460             | 387               | 11                | 1.000         |
| 0,34        | 0,4       | 0,70      | 1.133      | 967             | 11                | 1.000             |               |
| 0,16        | 0,2       | 0,36      | 2.255      | 1.934           | 11                | 1.000             |               |

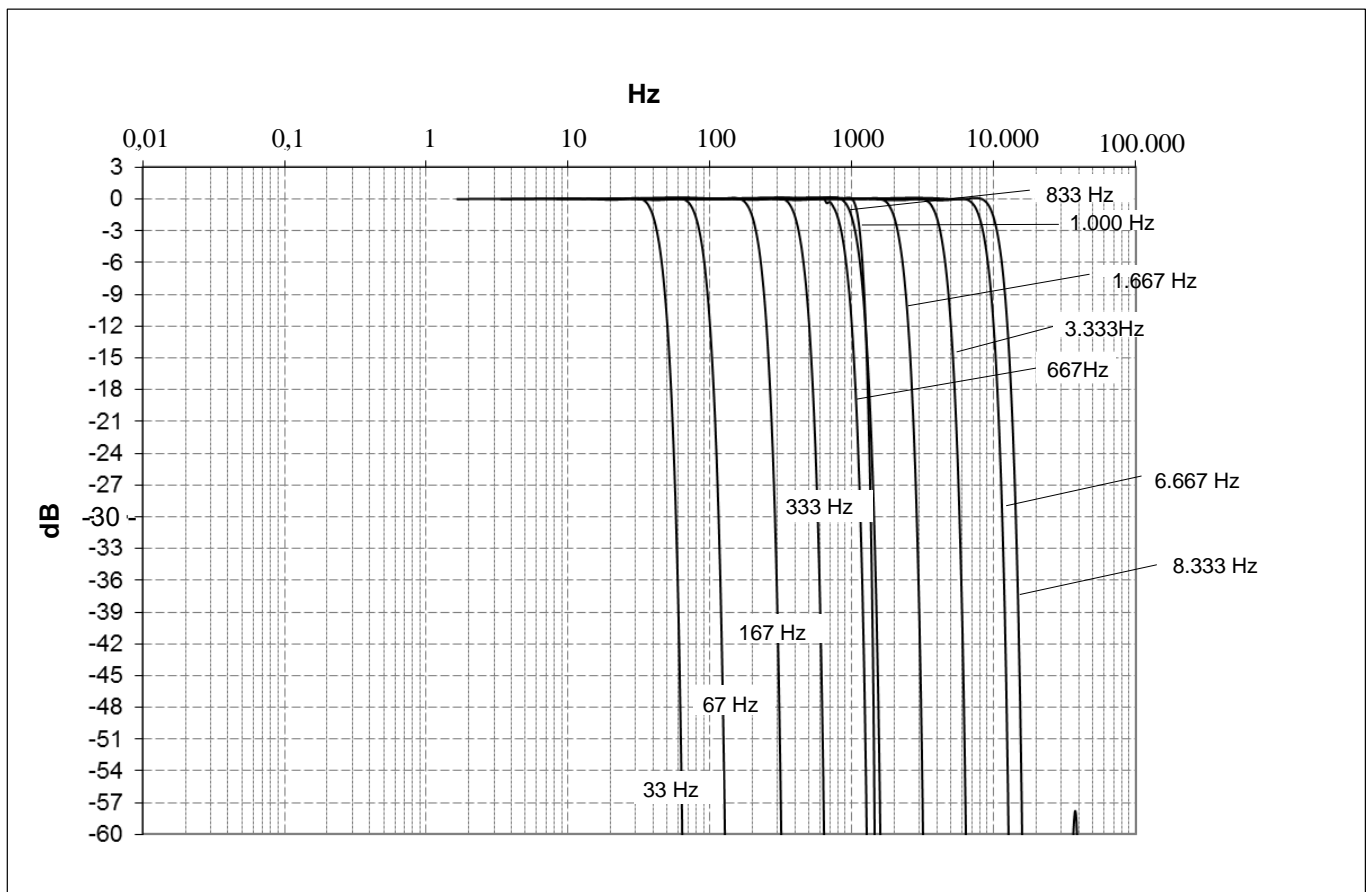
\*) Die Verzögerungszeit des A/D-Wandlers beträgt für alle Messraten 140 µs und ist in der Spalte "Laufzeit" nicht berücksichtigt!

## Dezimale Messraten und digitale Tiefpassfilter, Linear Phase (FIR)

| Typ          | Beginn des Pegelabfalls | -3dB (Hz) | -20dB (Hz) | Laufzeit*) (ms) | Anstiegszeit (ms) | Überschwingen (%) | Messrate (Hz) |
|--------------|-------------------------|-----------|------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Linear Phase | 8.333                   | 10.530    | 13.460     | 0,36            | 0,055             | 8,6               | 25.000        |
|              | 6.667                   | 8.380     | 10.780     | 0,41            | 0,07              | 8,6               | 20.000        |
|              | 3.333                   | 4.190     | 5.400      | 0,78            | 0,12              | 8,6               | 10.000        |
|              | 1.667                   | 2.120     | 2.700      | 2,41            | 0,28              | 8,6               | 5.000         |
|              | 1.000                   | 1.130     | 1.300      | 6,21            | 0,544             | 8,6               | 2.500         |
|              | 833                     | 1.050     | 1.345      | 4,01            | 0,551             | 8,6               | 2.500         |
|              | 667                     | 840       | 1.080      | 4,8             | 0,694             | 8,6               | 1.000         |
|              | 333                     | 420       | 540        | 10,4            | 1,39              | 8,6               | 1.000         |
|              | 167                     | 210       | 270        | 26,9            | 2,73              | 8,6               | 500           |
|              | 67                      | 84        | 108        | 50,2            | 6,88              | 8,6               | 200           |
|              | 33                      | 42        | 54         | 108             | 13,8              | 8,6               | 100           |

\*) Die Verzögerungszeit des A/D-Wandlers beträgt für alle Messraten 277 µs und ist in der Spalte "Laufzeit" nicht berücksichtigt!

## Dezimale Messraten: Amplitudengang, Linear Phase (FIR)

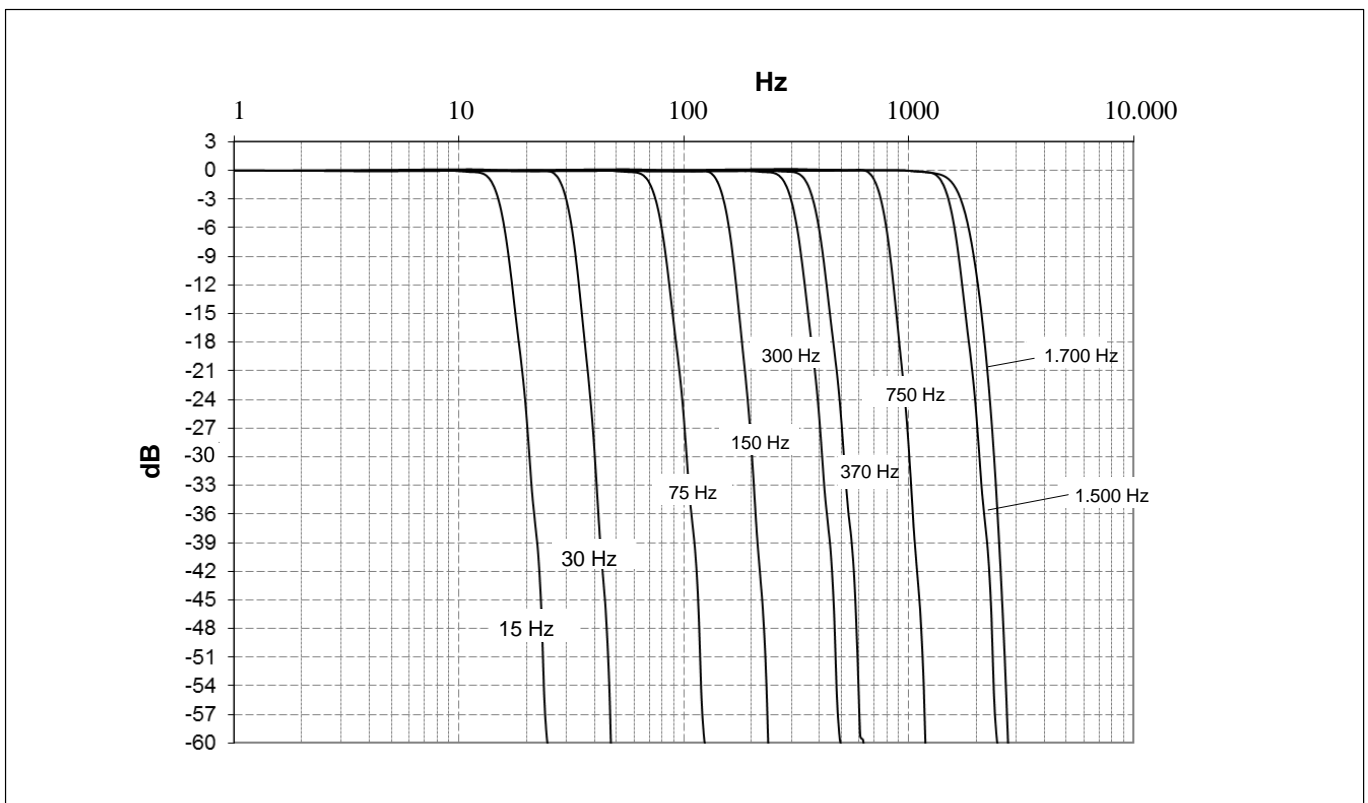


## Dezimale Messraten und digitale Tiefpassfilter, Typ Butterworth (FIR)

| Typ         | Beginn des Pegelabfalls | -3dB (Hz) | -20dB (Hz) | Laufzeit*) (ms) | Anstiegszeit (ms) | Überschwingen (%) | Messrate (Hz) |
|-------------|-------------------------|-----------|------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Butterworth | 1.498                   | 1.700     | 2.220      | 3,2             | 0,285             | 15,6              | 10.000        |
|             | 1.384                   | 1.500     | 1.887      | 3,48            | 0,346             | 18,7              | 10.000        |
|             | 698                     | 750       | 924        | 5,56            | 0,682             | 18,7              | 5.000         |
|             | 344                     | 370       | 471        | 14,1            | 1,40              | 18,7              | 2.500         |
|             | 275                     | 300       | 377        | 17,3            | 1,75              | 18,7              | 1.000         |
|             | 140                     | 150       | 185        | 27,6            | 3,41              | 18,7              | 1.000         |
|             | 69                      | 75        | 94         | 71,8            | 6,97              | 18,7              | 500           |
|             | 28                      | 30        | 37         | 139             | 17,0              | 18,7              | 200           |
|             | 14                      | 15        | 19         | 358             | 34,9              | 18,7              | 100           |

\*) Die Verzögerungszeit des A/D-Wandlers beträgt für alle Messraten 277 µs und ist in der Spalte "Laufzeit" nicht berücksichtigt!

## Dezimale Messraten: Amplitudengang Butterworth-Filter (FIR)



## Klassische HBM-Messraten und digitale Tiefpassfilter Typ Bessel

(4. Ordnung bei Messraten < 96.000 Hz; 6. Ordnung bei Messrate=96.000 Hz)

| Typ    | -1dB (Hz) | -3dB (Hz) | -20dB (Hz) | Laufzeit (ms) | Anstiegszeit (ms) | Überschwingen (%) | Messrate (Hz) |
|--------|-----------|-----------|------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Bessel | 20.000    | 29.250    | 43.000     | 0,002         | 0,016             | 4,1               | 96.000        |
|        | 10.000    | 16.810    | 40.260     | 0,008         | 0,023             | 1,5               | 96.000        |
|        | 5.000     | 8.510     | 19.906     | 0,027         | 0,042             | 0,9               | 96.000        |
|        | 2.000     | 3.515     | 8.275      | 0,094         | 0,1               | 0,6               | 96.000        |
|        | 1.000     | 1.715     | 4.070      | 0,22          | 0,2               | 0,6               | 96.000        |
|        | 500       | 852       | 2.008      | 0,47          | 0,41              | 0,6               | 96.000        |
|        | 200       | 341       | 803        | 1,22          | 1,01              | 0,8               | 96.000        |
|        | 100       | 171       | 402        | 2,5           | 2,01              | 0,8               | 96.000        |
|        | 50        | 84,2      | 215        | 4             | 4,08              | 1                 | 19.200        |
|        | 20        | 33,7      | 86         | 10            | 10,2              | 1                 | 9.600         |
|        | 10        | 16,9      | 43         | 20            | 20,6              | 1                 | 9.600         |
|        | 5         | 8,41      | 21,5       | 40            | 41                | 1                 | 4.800         |
|        | 2         | 3,37      | 8,6        | 98            | 102,8             | 1                 | 1.200         |
|        | 1         | 1,58      | 4,3        | 196           | 206,4             | 1                 | 600           |
|        | 0,5       | 0,84      | 2,15       | 392           | 411,2             | 1                 | 600           |
| 0,2    | 0,34      | 0,86      | 982        | 1.026         | 1                 | 300               |               |
| 0,1    | 0,17      | 0,43      | 1.968      | 2.052         | 1                 | 150               |               |

\*) Die Verzögerungszeit des AD-Wandlers beträgt für alle Messraten 293 µs und ist in der Spalte "Laufzeit" nicht berücksichtigt!

## Klassische HBM-Messraten und digitale Tiefpassfilter Typ Butterworth

(4. Ordnung bei Messraten < 96.000 Hz; 6. Ordnung bei Messrate=96.000 Hz)

| Typ         | -1dB (Hz) | -3dB (Hz) | -20dB (Hz) | Laufzeit (ms) | Anstiegszeit (ms) | Überschwingen (%) | Messrate (Hz) |
|-------------|-----------|-----------|------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Butterworth | 20.000    | 21.700    | 27.500     | 0,025         | 0,02              | 15,6              | 96.000        |
|             | 10.000    | 11.100    | 15.500     | 0,06          | 0,04              | 15,6              | 96.000        |
|             | 5.000     | 5.585     | 8.100      | 0,13          | 0,08              | 14,5              | 96.000        |
|             | 2.000     | 2.238     | 3.280      | 0,3           | 0,2               | 14,5              | 96.000        |
|             | 1.000     | 1.119     | 1.640      | 0,6           | 0,4               | 14,5              | 96.000        |
|             | 500       | 560       | 820        | 1,2           | 0,8               | 14,5              | 96.000        |
|             | 200       | 237       | 420        | 2,1           | 1,6               | 11                | 19.200        |
|             | 100       | 118       | 210        | 4             | 3,3               | 11                | 19.200        |
|             | 50        | 59        | 105        | 7,8           | 6,6               | 11                | 19.200        |
|             | 20        | 24        | 42         | 19,4          | 16,1              | 11                | 4.800         |
|             | 10        | 11,8      | 21         | 38,6          | 32,4              | 11                | 2.400         |
|             | 5         | 5,9       | 10,5       | 76,5          | 65                | 11                | 1.200         |
|             | 2         | 2,4       | 4,2        | 191           | 163               | 11                | 600           |
|             | 1         | 1,2       | 2,1        | 382           | 325               | 11                | 300           |
|             | 0,5       | 0,59      | 1,05       | 760           | 653               | 11                | 300           |
| 0,2         | 0,24      | 0,42      | 1.900      | 1.630         | 11                | 150               |               |
| 0,1         | 0,12      | 0,21      | 3.790      | 3.260         | 11                | 150               |               |

\*) Die Verzögerungszeit des AD-Wandlers beträgt für alle Messraten 293 µs und ist in der Spalte "Laufzeit" nicht berücksichtigt!

## Klassische HBM-Messraten und digitale Tiefpassfilter (Zweikanalmodus) Typ Bessel

(4. Ordnung bei Messraten < 192.000 Hz; 6. Ordnung bei Messrate = 192.000 Hz)

| Typ    | -1dB (Hz) | -3dB (Hz) | -20dB (Hz) | Laufzeit (ms) | Anstiegszeit (ms) | Überschwingen (%) | Messrate (Hz) |
|--------|-----------|-----------|------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Bessel | 40.000    | 58.500    | 86.000     | 0,001         | 0,008             | 1,6               | 192.000       |
|        | 20.000    | 33.620    | 80.520     | 0,004         | 0,012             | 1,5               | 192.000       |
|        | 10.000    | 17.020    | 39.812     | 0,0135        | 0,021             | 0,9               | 192.000       |
|        | 4.000     | 7.030     | 16.550     | 0,047         | 0,05              | 0,6               | 192.000       |
|        | 2.000     | 3.430     | 8.140      | 0,11          | 0,1               | 0,6               | 192.000       |
|        | 1.000     | 1.704     | 4.016      | 0,235         | 0,21              | 0,6               | 192.000       |
|        | 400       | 682       | 1.606      | 0,61          | 0,51              | 0,8               | 192.000       |
|        | 200       | 342       | 804        | 1,25          | 1,00              | 0,8               | 192.000       |
|        | 100       | 168,4     | 430        | 2             | 2,04              | 1                 | 19.200        |
|        | 40        | 67,4      | 172        | 5             | 5,1               | 1                 | 19.200        |
|        | 20        | 33,8      | 86         | 10            | 10,3              | 1                 | 19.200        |
|        | 10        | 16,82     | 43         | 20            | 20,5              | 1                 | 9.600         |
|        | 4         | 6,74      | 17,2       | 49            | 51,4              | 1                 | 2.400         |
|        | 2         | 3,36      | 8,6        | 98            | 103,2             | 1                 | 1.200         |
|        | 1,0       | 1,68      | 4,3        | 196           | 205,6             | 1                 | 1.200         |
|        | 0,4       | 0,68      | 1,72       | 491           | 513               | 1                 | 600           |
| 0,2    | 0,34      | 0,86      | 984        | 1.026         | 1                 | 300               |               |

\*) Die Verzögerungszeit des AD-Wandlers beträgt für alle Messraten 141 µs und ist in der Spalte "Laufzeit" nicht berücksichtigt!

## Klassische HBM-Messraten und digitale Tiefpassfilter (Zweikanalmodus)

### Typ Butterworth

(4. Ordnung bei Messraten < 192.000 Hz; 6. Ordnung bei Messrate = 192.000 Hz)

| Typ         | -1dB (Hz) | -3dB (Hz) | -20dB (Hz) | Laufzeit (ms) | Anstiegszeit (ms) | Überschwingen (%) | Messrate (Hz) |
|-------------|-----------|-----------|------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Butterworth | 40.000    | 43.400    | 55.000     | 0,013         | 0,01              | 17,8              | 192.000       |
|             | 20.000    | 22.200    | 31.000     | 0,03          | 0,02              | 15,6              | 192.000       |
|             | 10.000    | 11.170    | 16.200     | 0,07          | 0,04              | 14,5              | 192.000       |
|             | 4.000     | 4.476     | 6.560      | 0,15          | 0,1               | 14,5              | 192.000       |
|             | 2.000     | 2.238     | 3.280      | 0,3           | 0,2               | 14,5              | 192.000       |
|             | 1.000     | 1.120     | 1.640      | 0,6           | 0,4               | 14,5              | 192.000       |
|             | 400       | 474       | 840        | 1,05          | 0,8               | 11                | 19.200        |
|             | 200       | 236       | 420        | 2             | 1,65              | 11                | 19.200        |
|             | 100       | 118       | 210        | 3,9           | 3,3               | 11                | 19.200        |
|             | 40        | 48        | 84         | 9,7           | 8,05              | 11                | 9.600         |
|             | 20        | 23,6      | 42         | 19,3          | 16,2              | 11                | 4.800         |
|             | 10        | 11,8      | 21         | 38,3          | 32,5              | 11                | 2.400         |
|             | 4         | 4,8       | 8,4        | 95,5          | 81,5              | 11                | 1.200         |
|             | 2         | 2,4       | 4,2        | 191           | 162,5             | 11                | 600           |
|             | 1         | 1,18      | 2,1        | 380           | 326,5             | 11                | 600           |
|             | 0,4       | 0,48      | 0,84       | 950           | 815               | 11                | 300           |
| 0,2         | 0,24      | 0,42      | 1.895      | 1.630         | 11                | 300               |               |

\*) Die Verzögerungszeit des AD-Wandlers beträgt für alle Messraten 141 µs und ist in der Spalte "Laufzeit" nicht berücksichtigt!

Änderungen vorbehalten.  
Alle Angaben beschreiben unsere Produkte in  
allgemeiner Form. Sie stellen keine  
Beschaffungs- oder Haltbarkeitsgarantie dar.

**Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH**  
Im Tiefen See 45 · 64293 Darmstadt · Germany  
Tel. +49 6151 803-0 · Fax +49 6151 803-9100  
Email: [info@hbm.com](mailto:info@hbm.com) · [www.hbm.com](http://www.hbm.com)

**measure and predict with confidence**

