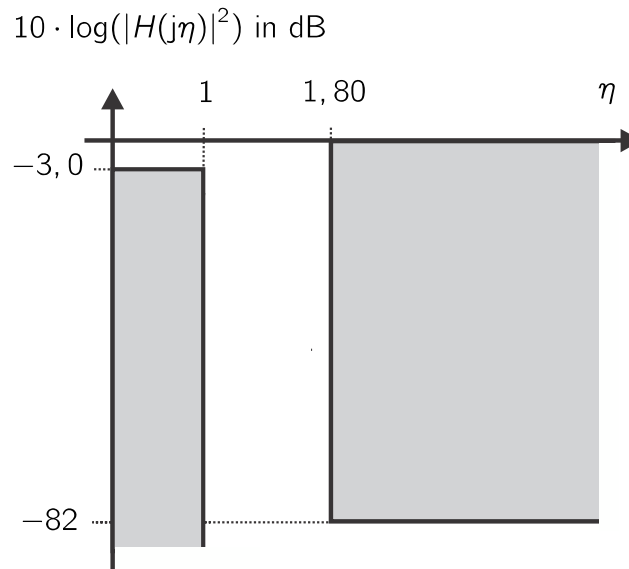


## 2. Übung: Approximation analoger Tiefpässe

### 2. Teil: Entwurf eines analogen Butterworth – Filters

Es ist ein Butterworth-Filter zu entwerfen, dessen Übertragungsfunktion dem folgenden Toleranzschema genügt.



#### Aufgaben:

1. Berechnen Sie mit MATLAB die notwendige Ordnung  $N$  für das obige Filter! (**Hinweis:** Nutzen Sie dazu die entsprechende Gleichung aus dem Vorlesungsskript!) Berechnen Sie anschließend mit dem MATLAB-Befehl `roots` die Polstellen des Betragsquadrates der Übertragungsfunktion ausgehend von Gleichung (2.34) im Skript und wählen Sie anschließend die für das Filter geeigneten Polstellen aus! Welche Polstellen sind das und warum ist eine solche Auswahl zulässig? Plotten Sie die ausgewählten Pole in ein Pol/Nullstellen-Diagramm!
2. Erstellen Sie eine MATLAB-Funktion zur Berechnung der Gruppenlaufzeit des Filters, deren Argumente (Übergabewerte) die Null- **und** Polstellen der Übertragungsfunktion sind (siehe Gleichung (2.8) im Skript Signalverarbeitung)! Berechnen Sie damit die Gruppenlaufzeit des Butterworth-Filters für 4001 Stützstellen aus dem Frequenzband  $0 \leq \eta \leq 3,0$ !
3. Berechnen Sie weiterhin den Betrags- und Phasenfrequenzgang (in dB bzw. **rad**) des Filters im Bereich  $0 \leq \eta \leq 3,0$  und plotten Sie beide sowie den Frequenzgang der Gruppenlaufzeit untereinander in ein Fenster!
4. Erzeugen Sie zur Überprüfung des Betragsfrequenzganges in der entsprechenden Grafik auch das Toleranzschema des Tiefpasses (Funktionen `line` oder `area`)!