

Pol- Nullstellendiagramm und Frequenzgang

Bestimmung des Frequenzgangs:

man bewegt sich vom Ursprung in Richtung positiver y-Achse und ermittelt dabei den Abstand zu den Polen und Nullstellen. Eine Polstelle im Abstand 0.001 erhöht die Verstärkung um den Faktor 1000; eine Polstelle im Abstand 1000 verringert die Verstärkung um 1/1000; eine Nullstelle im Abstand 0.001 verringert die Verstärkung um den Faktor 1000; dieser Vorgang muss für jeden Pol/jede Nullstelle gemacht werden; zum Schluss werden die Verstärkungen multipliziert (im logarithmischen Maßstab addiert).

Bestimmung des Phasengangs:

man bewegt sich vom Ursprung in Richtung positiver y-Achse und ermittelt den Winkel zu den Polen und Nullstellen. Nullstellen stehen im Zähler des Polynoms: drehen sie die Phase in positive Richtung (gegen den Uhrzeigersinn), so wird der Winkel positiv gezählt; Pole stehen im Nenner, daher werden hier in diesem Fall die Winkel negativ gezählt
ein Pol dreht daher den Winkel um -90° , eine Nullstelle um $+90^\circ$

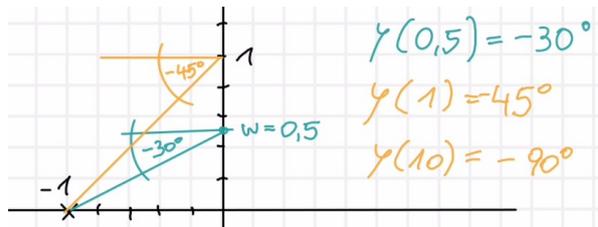
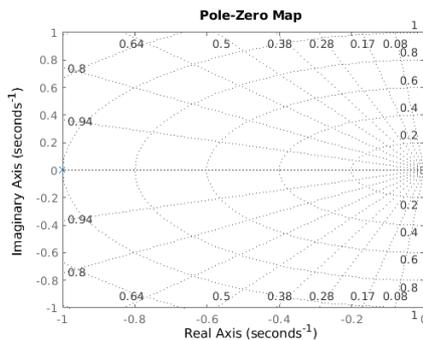
clear all

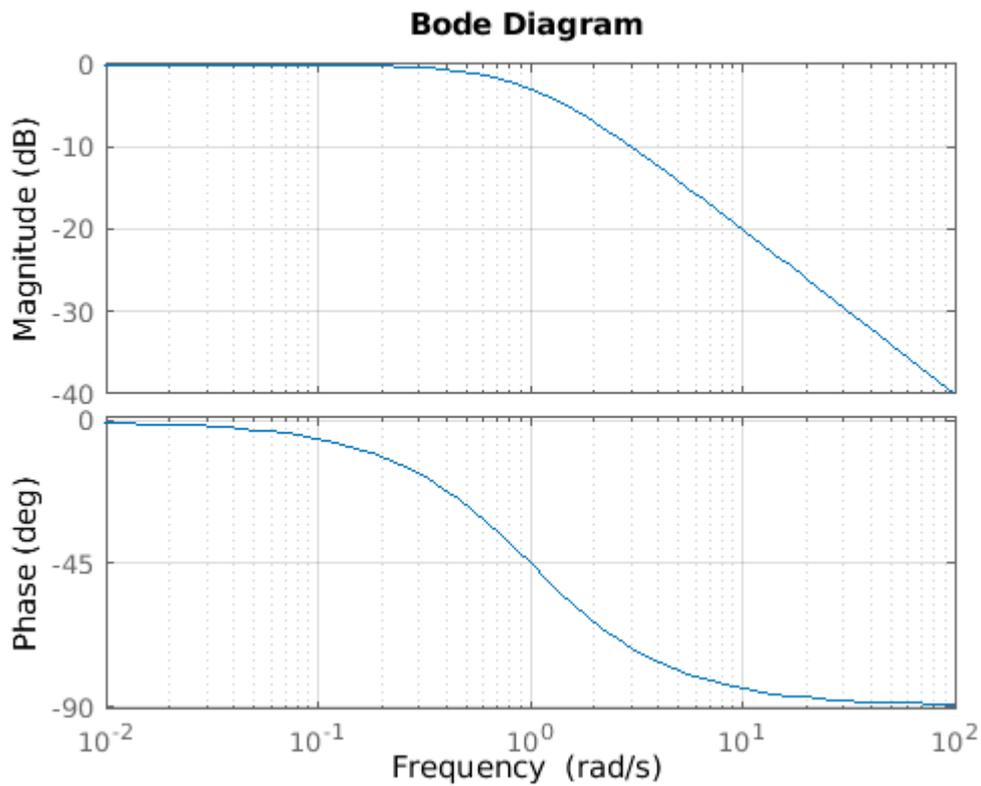
```
poles=[-1];zeros=[];
```

```
a=poly(poles);b=poly(zeros);
```

```
H1=tf(b,a);p=pzplot(H1);grid on
```

```
bode(H1);grid on
```



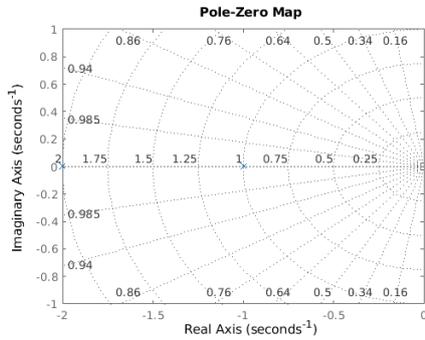


man sieht: bei $\omega=1$ ist der Abstand zum Pol 1.41 und damit die Verstärkung $1/1.41$; das ist die Grenzfrequenz.

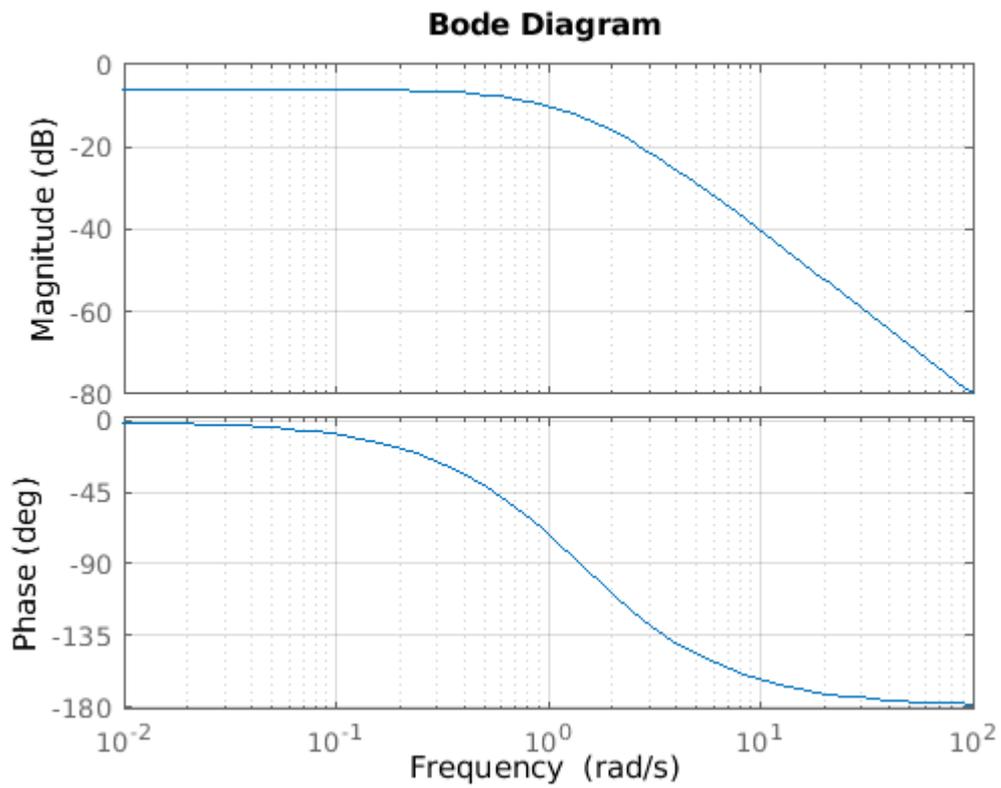
Wenn man $s=0$ setzt, ist die Verstärkung 1, für $s=\infty$ (unendlich) ist die Verstärkung 0; bei einem Pol = 1. Ordnung sinkt die Verstärkung ab der Grenzfrequenz mit 20dB/Dekade
 Der Winkel beträgt bei $\omega=1$ 45° (1 auf der x-Achse, 1 auf der y-Achse).

Beispiel1:

```
poles=[-1 -2];zeros=[];  
a=poly(poles);b=poly(zeros);H=tf(b,a);  
für s=0: H(0)=1/2; H(inf)=0  
p=pzplot(H);grid on
```



```
bode(H);grid on
```



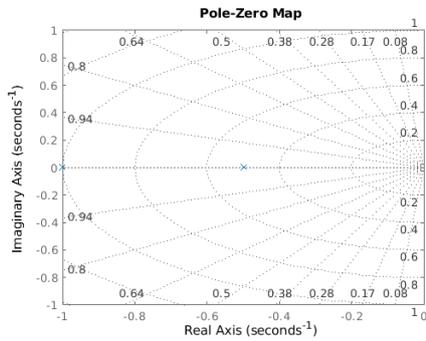
Beispiel2:

```
poles=[-1 -0.5];zeros=[];
```

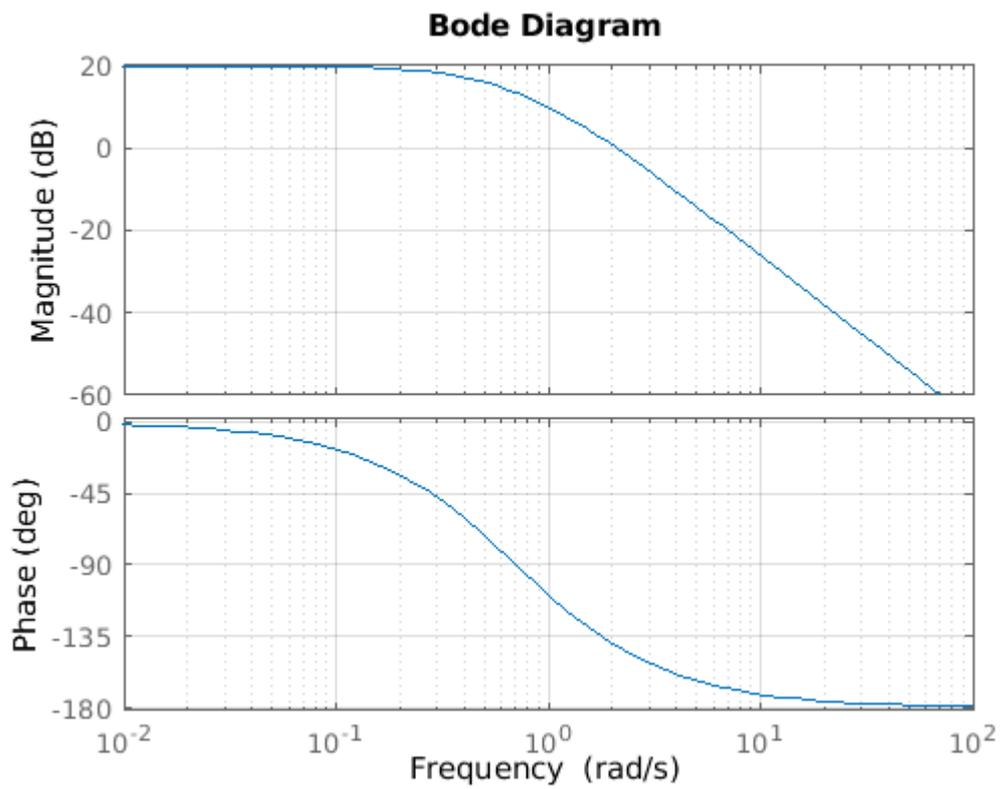
```
a=poly(poles);b=poly(zeros);H=tf(5*b,a);
```

für $s=0$: $H(0)=1/0.5=2$; $H(\infty)=0$

```
p=pzplot(H);grid on
```



```
bode(H);grid on
```



Beispiel3:

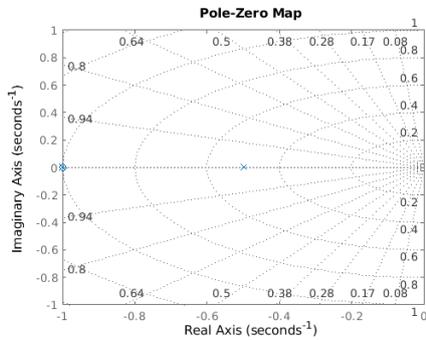
Eine Nullstelle an der gleichen Position wie die Polstelle löscht die Polstelle

```
poles=[-1 -0.5];zeros=[-1];
```

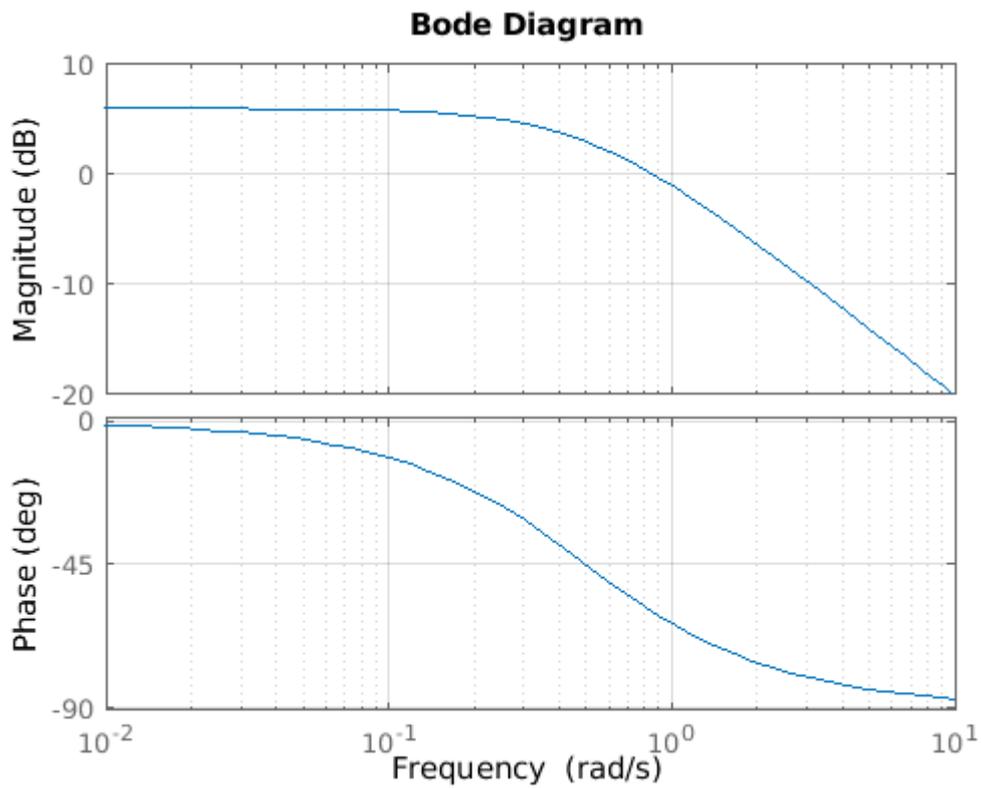
```
a=poly(poles);b=poly(zeros);H=tf(b,a);
```

für $s=0$: $H(0)=1/0.5=2$; $H(\infty)=0$

```
p=pzplot(H);grid on
```



```
bode(H);grid on
```



Beispiel4:

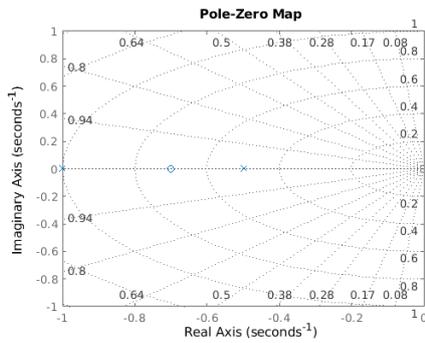
Eine Nullstelle zwischen zwei Polen: die Nullstelle neutralisiert den 2. Pol, die Phasendrehung ist wie bei 1 Pol, da der Pol näher an y liegt

```
poles=[-1 -0.5];zeros=[-0.7];
```

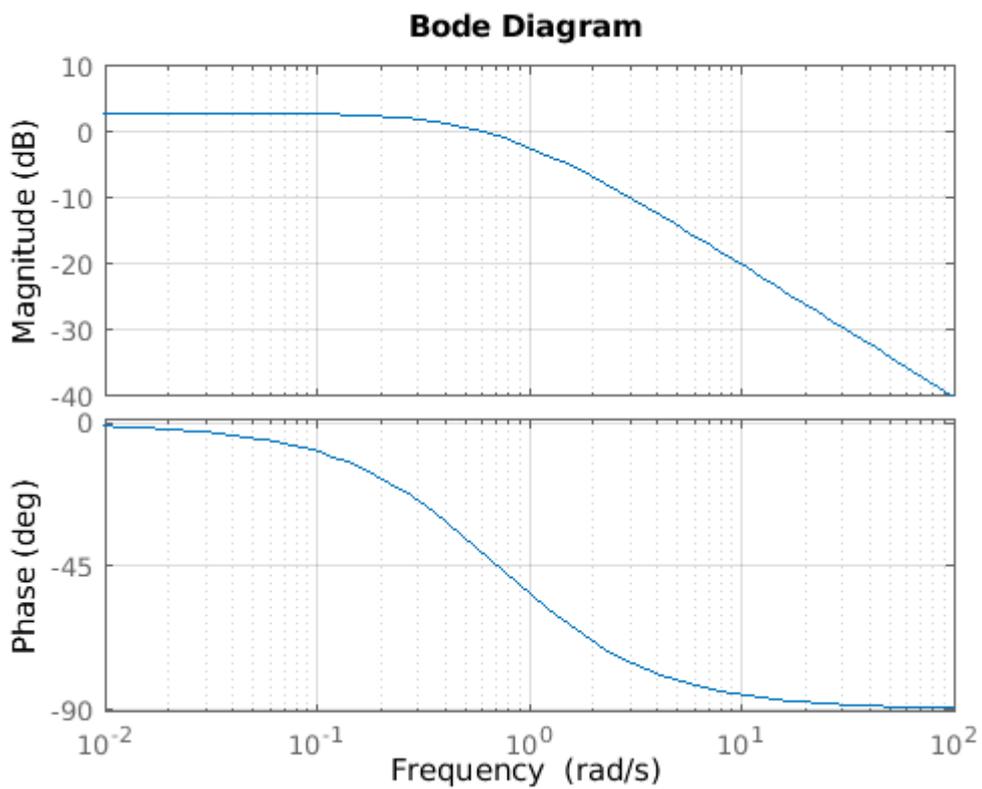
```
a=poly(poles);b=poly(zeros);H=tf(b,a);
```

```
für s=0: H(0)=1/0.5=2; H(inf)=0
```

```
p=pzplot(H);grid on
```



```
bode(H);grid on
```



Beispiel5:

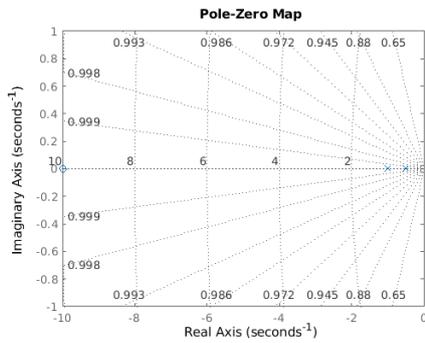
Eine Nullstelle weit außerhalb der zwei Polen: die Nullstelle ist im unteren Frequenzbereich nicht wirksam (2. Ordnung, steiler Abfall), aber bei sehr hohen Frequenzen neutralisiert sie einen Pol

$\text{poles} = [-1 \ -0.5]$; $\text{zeros} = [-10]$;

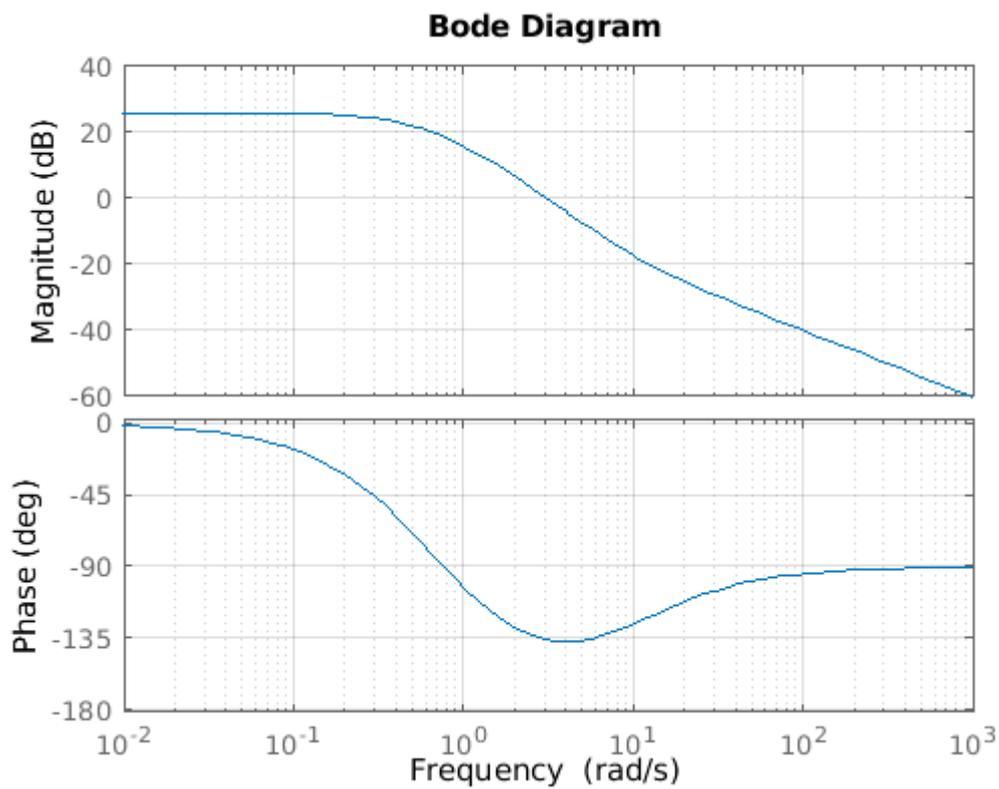
$a = \text{poly}(\text{poles})$; $b = \text{poly}(\text{zeros})$; $H = \text{tf}(b, a)$;

für $s=0$: $H(0) = 1/0.5 = 2$; $H(\infty) = 0$

$p = \text{pzplot}(H)$; grid on



$\text{bode}(H)$; grid on



Beispiel6 (lead Glied):

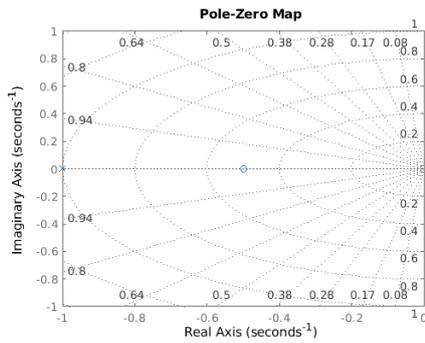
Eine Nullstelle näher als ein Pol (lead): die Nullstelle wirkt bei tiefen Frequenzen stärker, in großem Abstand heben sich Pol und Nullstelle auf

```
poles=[-1];zeros=[-0.5];
```

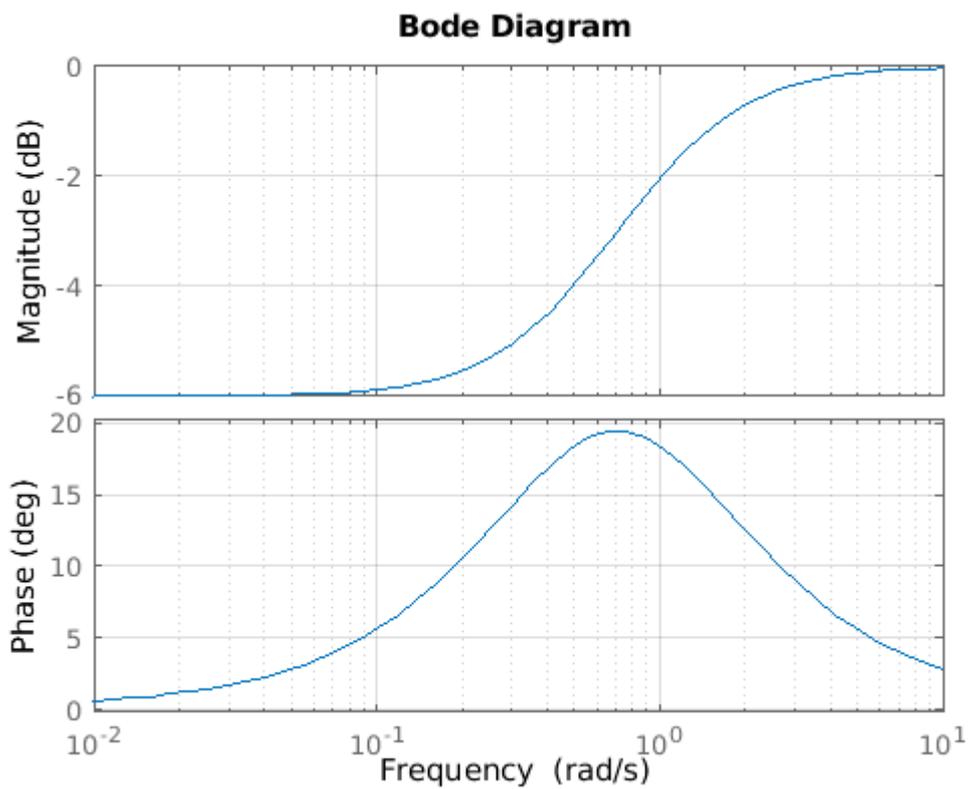
```
a=poly(poles);b=poly(zeros);H=tf(b,a);
```

für $s=0$: $H(0)=1/0.5=2$; $H(\infty)=0$

```
p=pzplot(H);grid on
```



```
bode(H);grid on
```



Beispiel7 (lag Glied):

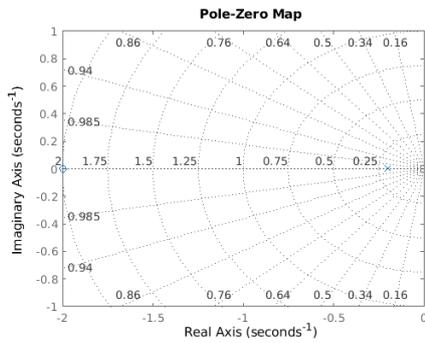
Ein Pol näher als eine Nullstelle: die Nullstelle wirkt bei tiefen Frequenzen stärker, in großem Abstand heben sich Pol und Nullstelle auf

```
poles=[-0.2];zeros=[-2];
```

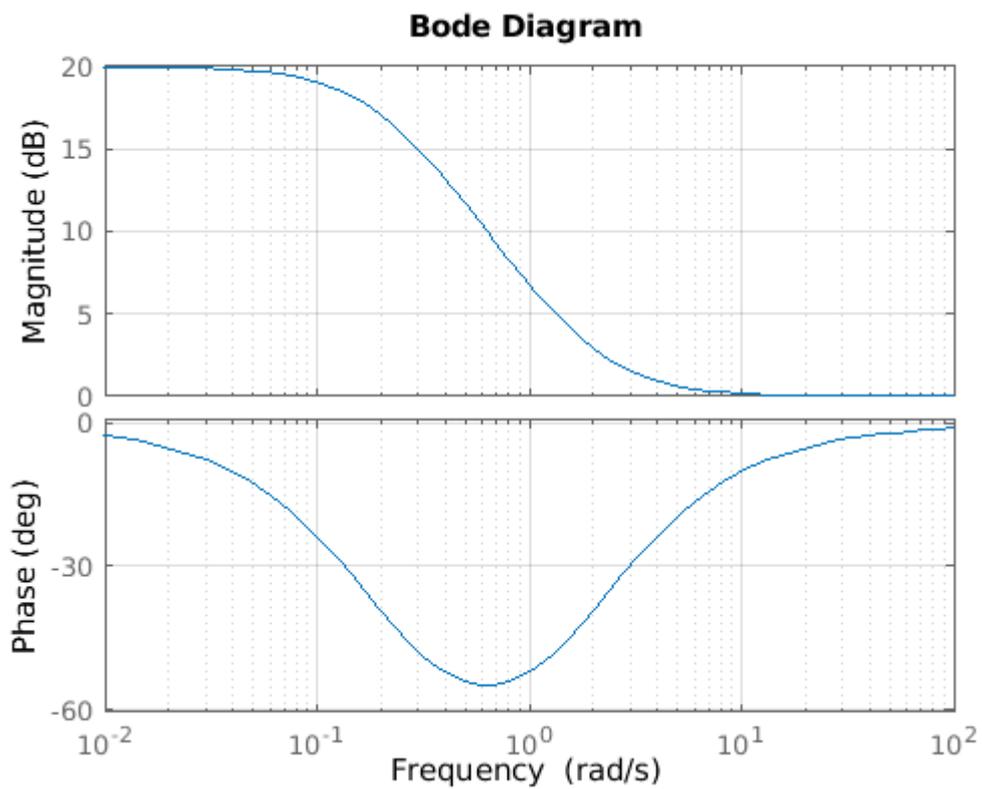
```
a=poly(poles);b=poly(zeros);H=tf(b,a);
```

für $s=0$: $H(0)=1/0.5=2$; $H(\infty)=0$

```
p=pzplot(H);grid on
```



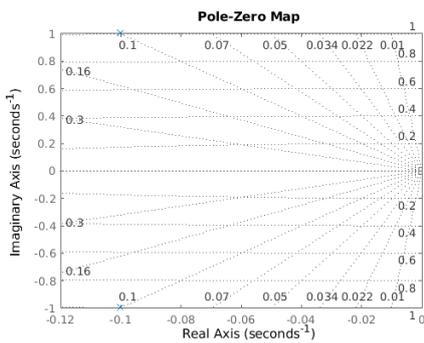
```
bode(H);grid on
```



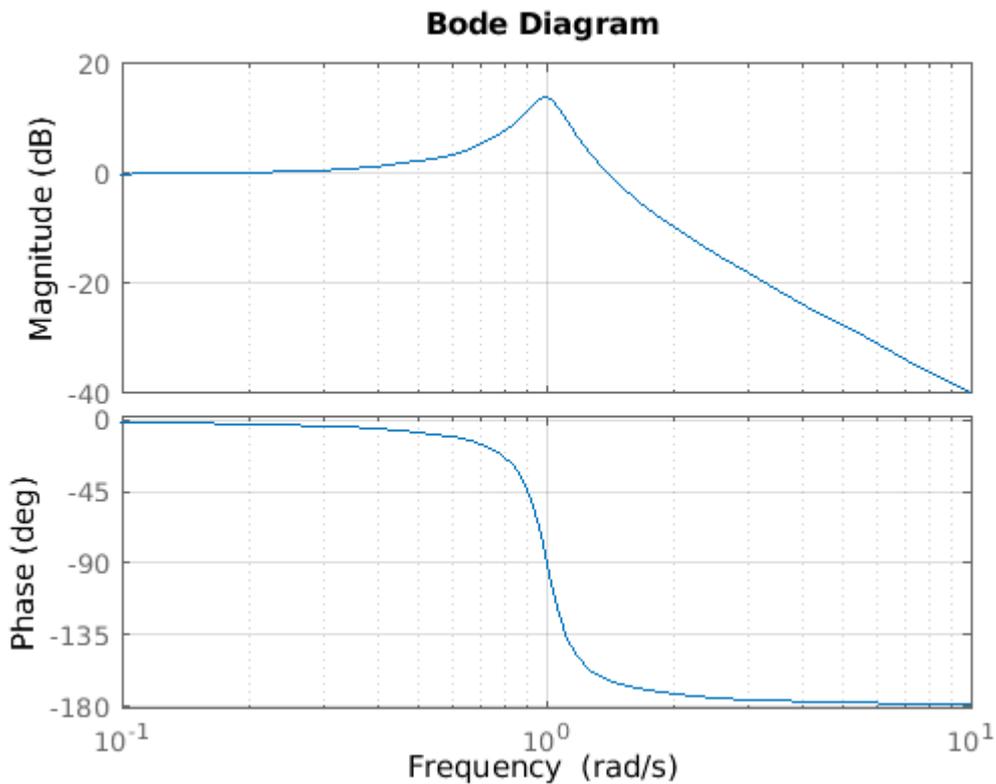
Beispiel8:

Konjugiert komplexe Pole: bei $\omega=1$ ist der Abstand zum Pol am geringsten, hier entsteht ein Maximum, in weitem Abstand (hohe Frequenz) ist die Verstärkung 0; Abfall 40db/Dekade
Die Phase ist bei Gleichspannung am Anfang 0, bei sehr hohen Frequenzen -180° ; der Pol bei den negativen Frequenzen liefert konstant ca. -90° , der Pol auf der reellen Achse dreht von 0 bis $\omega=1$ um ca.

```
poles=[-0.1-1j -0.1+1j];zeros=[];  
a=poly(poles);b=poly(zeros);H=tf(b,a);  
% für s=0: H(0)=1; H(inf)=0  
p=pzplot(H);grid on
```



```
bode(H);grid on
```



Beispiel9:

Konjugiert komplexe Pole: bei $\omega=1$ ist der Abstand zum Pol 1, zum zweiten Pol $\sqrt{5}=2.3$ die Gesamt-Verstärkung ist also ca. $1 \cdot (1/2.3) = -7\text{dB}$., hier entsteht ein Maximum, in weitem Abstand (hohe Frequenz) ist die Verstärkung 0; Abfall 40db/Dekade

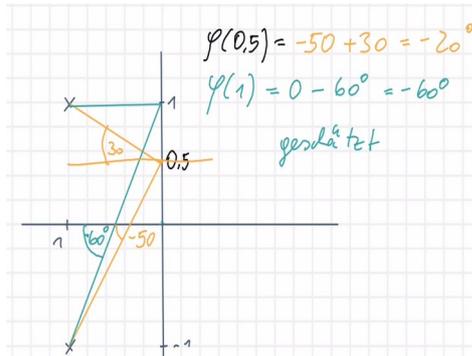
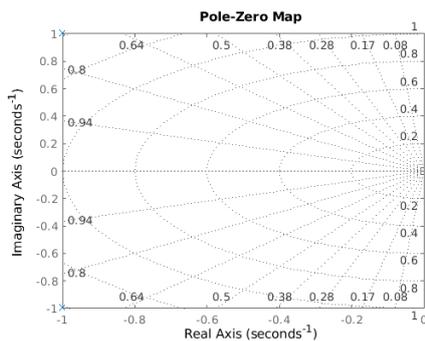
Die Phase ist bei Gleichspannung am Anfang 0, bei sehr hohen Frequenzen -180° ;

```
poles=[-1-1j -1+1j];zeros=[];
```

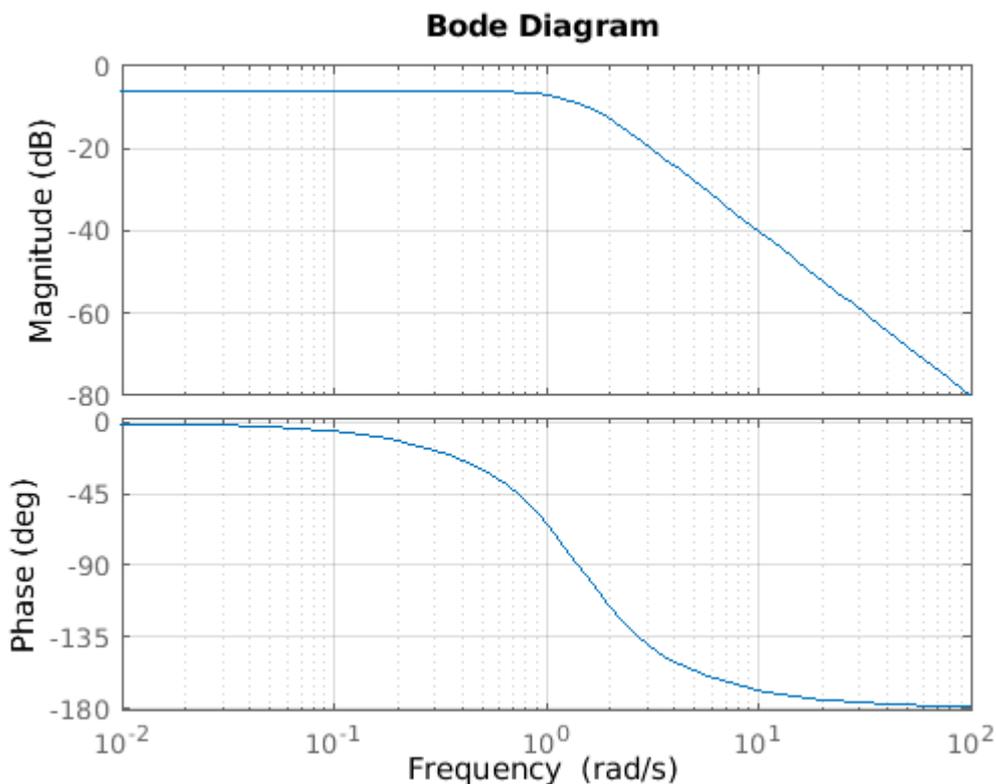
```
a=poly(poles);b=poly(zeros);H=tf(b,a);
```

```
% für s=0: H(0)=1; H(inf)=0
```

```
p=pzplot(H);grid on
```



```
bode(H);grid on
```



Beispiel10:

Konjugiert komplexe Pole mit reeller Nullstelle: bei $\omega=1$ ist der Abstand zum Pol 1, zum zweiten Pol $\sqrt{5}=2.3$ und zur Nullstelle 1.4; die Gesamt-Verstärkung ist also ca. $1.4 \cdot (1/2.3) = -4\text{dB}$., hier

entsteht ein Maximum, in weitem Abstand (hohe Frequenz) ist die Verstärkung 0; Abfall 20db/Dekade (Die Nullstelle neutralisiert eine Polstelle).

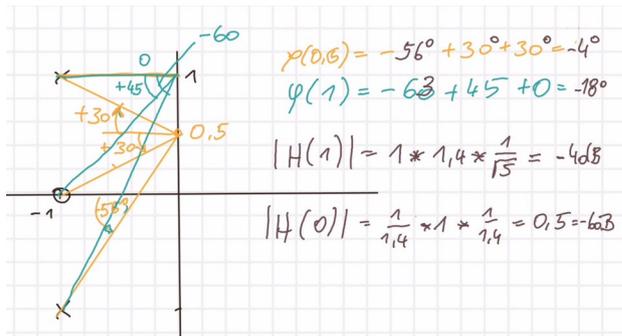
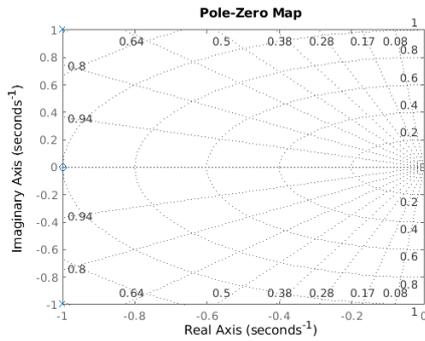
Die Phase ist bei Gleichspannung am Anfang 0, bei sehr hohen Frequenzen -90°;

poles=[-1-1j -1+1j];zeros=[-1];

a=poly(poles);b=poly(zeros);H=tf(b,a);

% für s=0: H(0)=1; H(inf)=0

p=pzplot(H);grid on



bode(H);grid on

