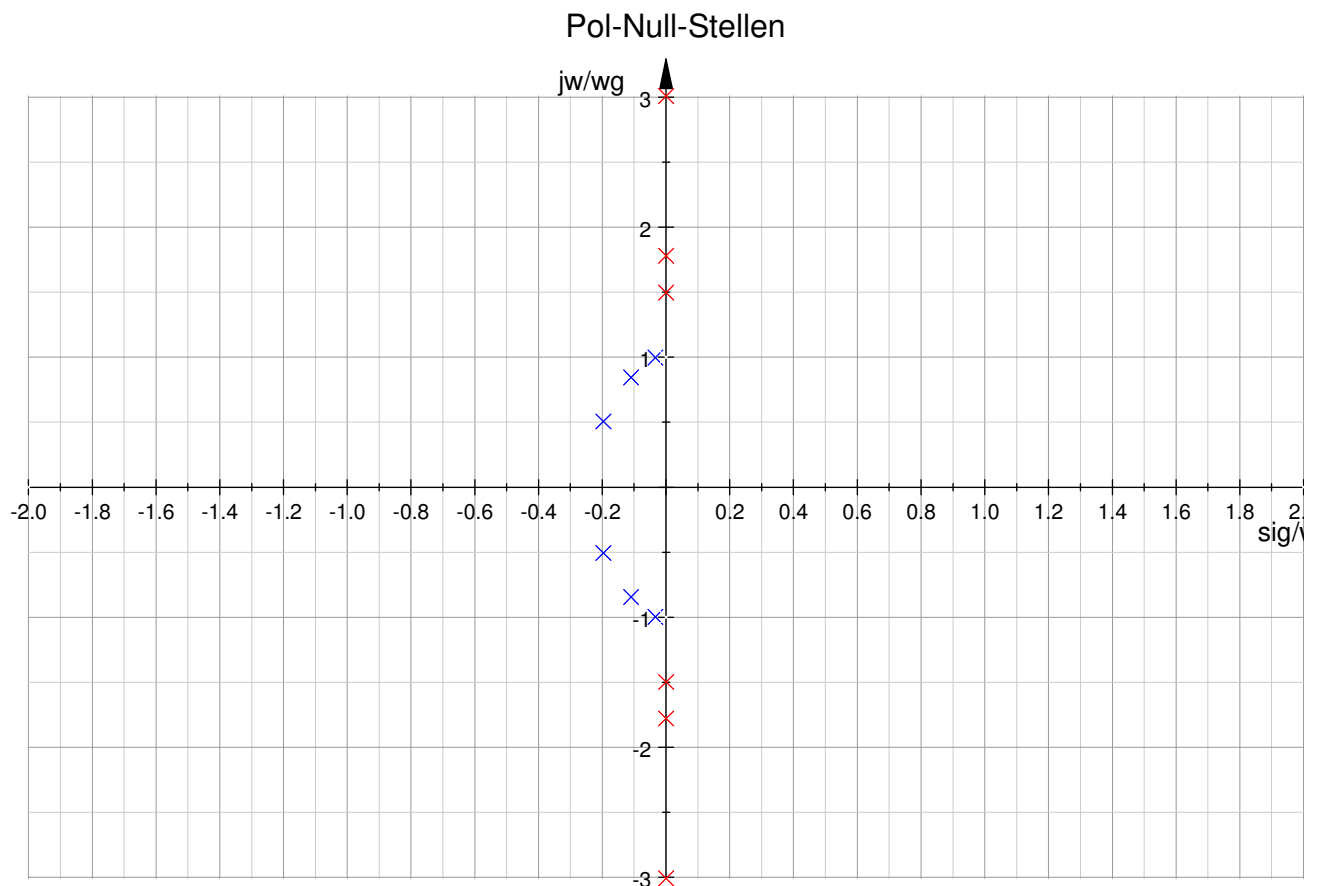


Betrachtung eines Cauer-TP aus Tabellendaten --- 6.Mai 2007 Ingenieurbüro Baumann, Dorsten
es soll sich um einen CAUER-TP (mathematisch.) 7. Grades handeln mit $a_h=1$ dB und $a_s=80$ dB

- `reset():ta:=time():DIGITS:=8:w:=2*PI*f:`
- `nZ:=6:nN:=6:fg:=10e3:ue2:=1:wg:=2*PI*fg:`
- `sigwgN:=[-0.19630,-0.19630,-0.10991,-0.10991,-0.03326,-0.03326]:`
- `wiwgN:=[0.50613,-0.50613,0.84552,-0.84552,0.99727,-0.99727]:`
- `sigwgZ:=[0,0,0,0,0,0]:`
- `wiwgZ:=[-1.49811,1.49811,-1.77999,1.77999,-3.00854,3.00845]:`

Lage der Pol-Null-Stellen, rot -> Nullstellen, blau -> Polstellen

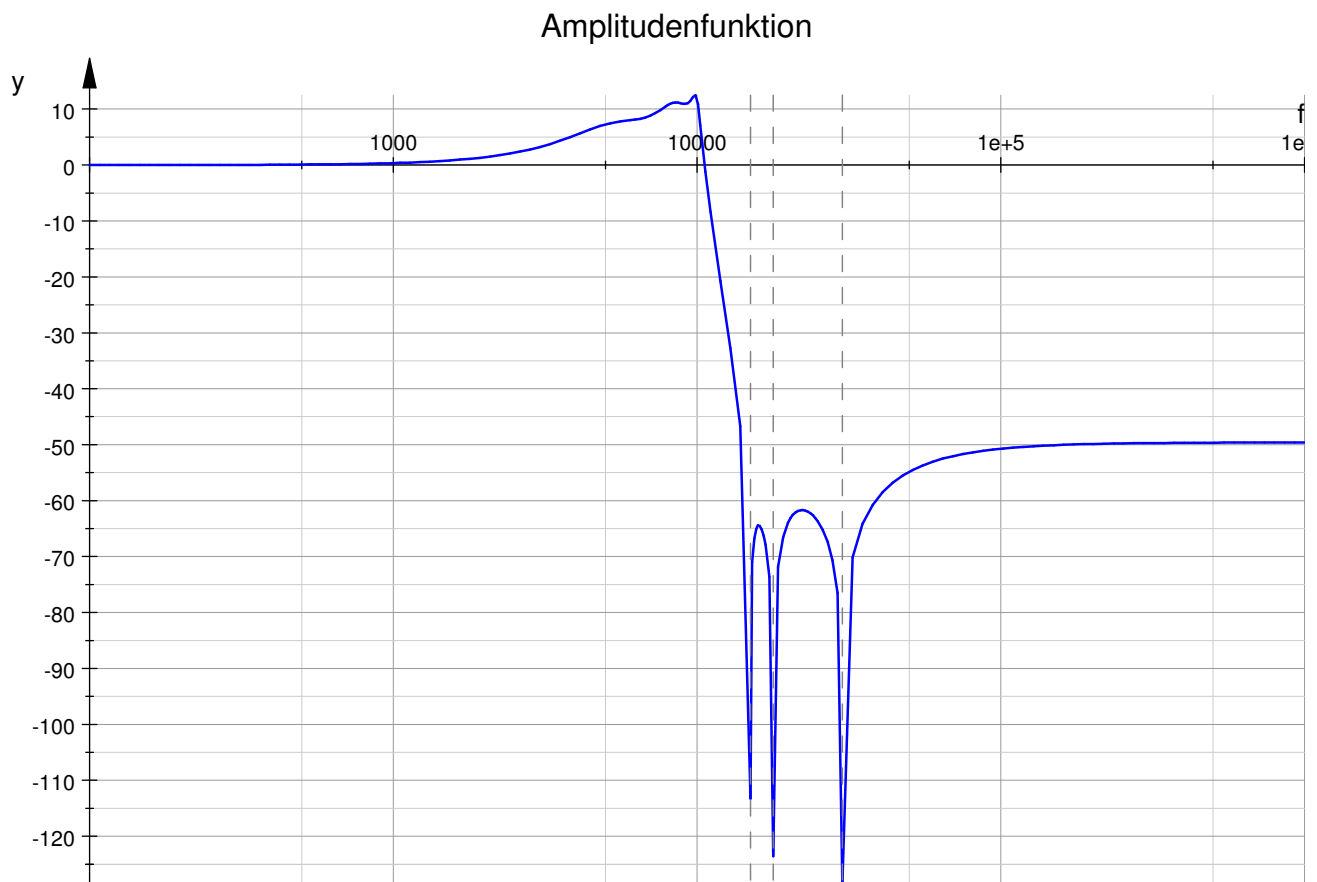
- `ListeN:=[]:for i from 1 to nN do`
`ListeN:=ListeN.[[op(sigwgN,i),op(wiwgN,i),RGB::Blue]]:`
`end_for:`
- `ListeZ:=[]:for i from 1 to nZ do`
`ListeZ:=ListeZ.[[op(sigwgZ,i),op(wiwgZ,i),RGB::Red]]:`
`end_for:`
- `Breite:=2:Liste:=ListeZ.ListeN.[[Breite,0,RGB::White]].[[0,1,RGB::White]].`
`[[0,1,RGB::White]].[[-Breite,0,RGB::White]].[[0,-1,RGB::White]]:`
- `plot(plot::PointList2d(Liste, PointStyle=XCrosses, PointSize=2,`
`Color=RGB::Blue, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE,`
`Scaling=Unconstrained,`
`AxesTitles=["sig/wg", "jw/wg"], Height=120*unit::mm,`
`Width=180*unit::mm, Header="Pol-Null-Stellen"):`



- delete i:prodN:=(f)->product(I*w/wg-sigwgN[i]-I*wiwgN[i], i=1..nN):prodZ:=(f)->product(I*w/wg-sigwgZ[i]-I*wiwgZ[i], i=1..nZ):
- f:=0:a0:=float(Re(prodN(f)/prodZ(f))):
- U2U0:=(f)->a0/(1+1/ue2)*prodZ(f)/prodN(f):
- U2U0dB:=(f)->20*log(10,abs(U2U0(f))):
- Winkel:=(f)->180/PI*arg(U2U0(f)):
- tg:=(f)->-diff(Winkel(f),f)/360:

Betrag der Übertragungsfunktion doppelt logarithmisch

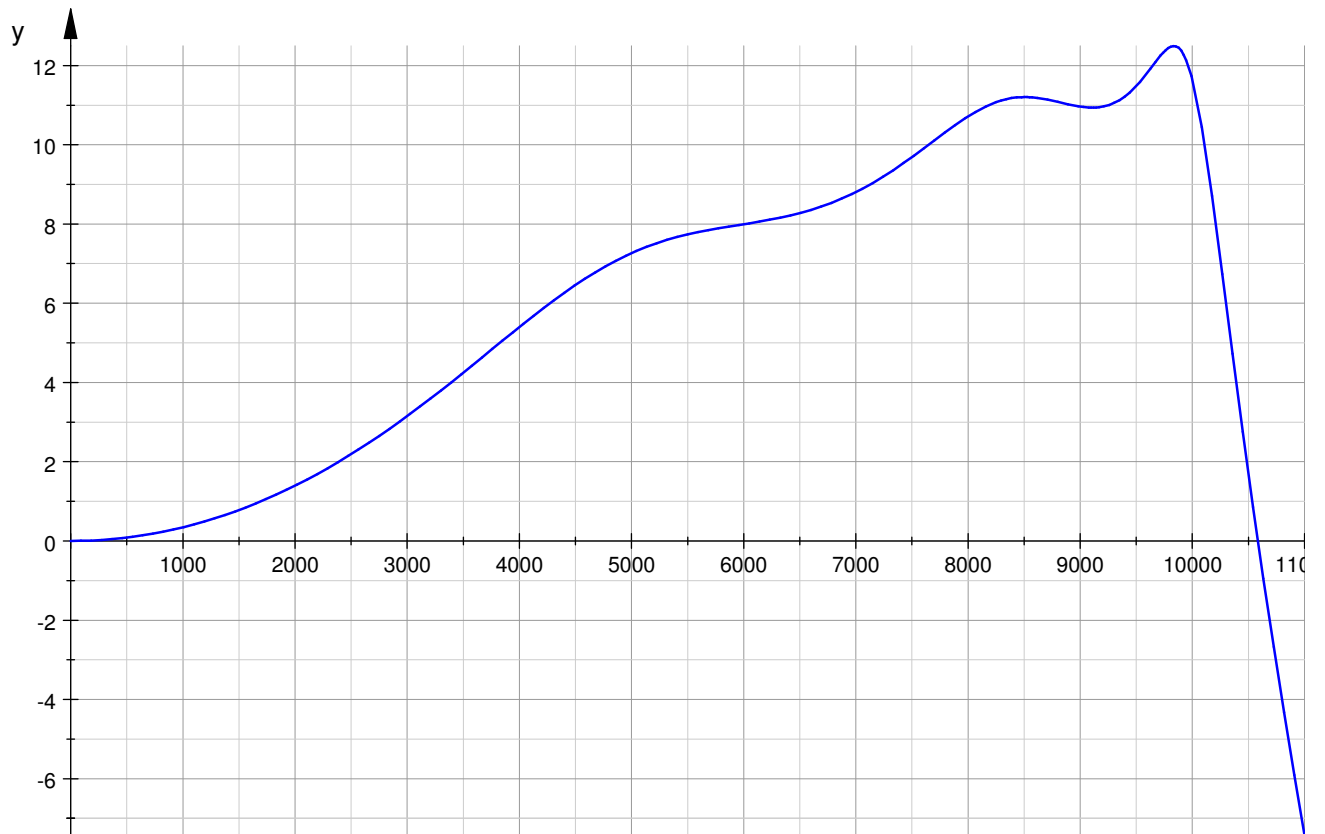
- delete f:plotfunc2d(U2U0dB(f)+6.02, f=100..100*fg, LegendVisible=FALSE, CoordinateType=LogLin, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Amplitudenfunktion"):



Ausschnittsvergrößerung aus dem Betrag der Übertragungsfunktion, einfach logarithmisch

- plotfunc2d(U2U0dB(f)+6.02, f=0..1.1*fg, LegendVisible=FALSE, CoordinateType=LinLin, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Vergrößerung Amplitudenfunktion"):

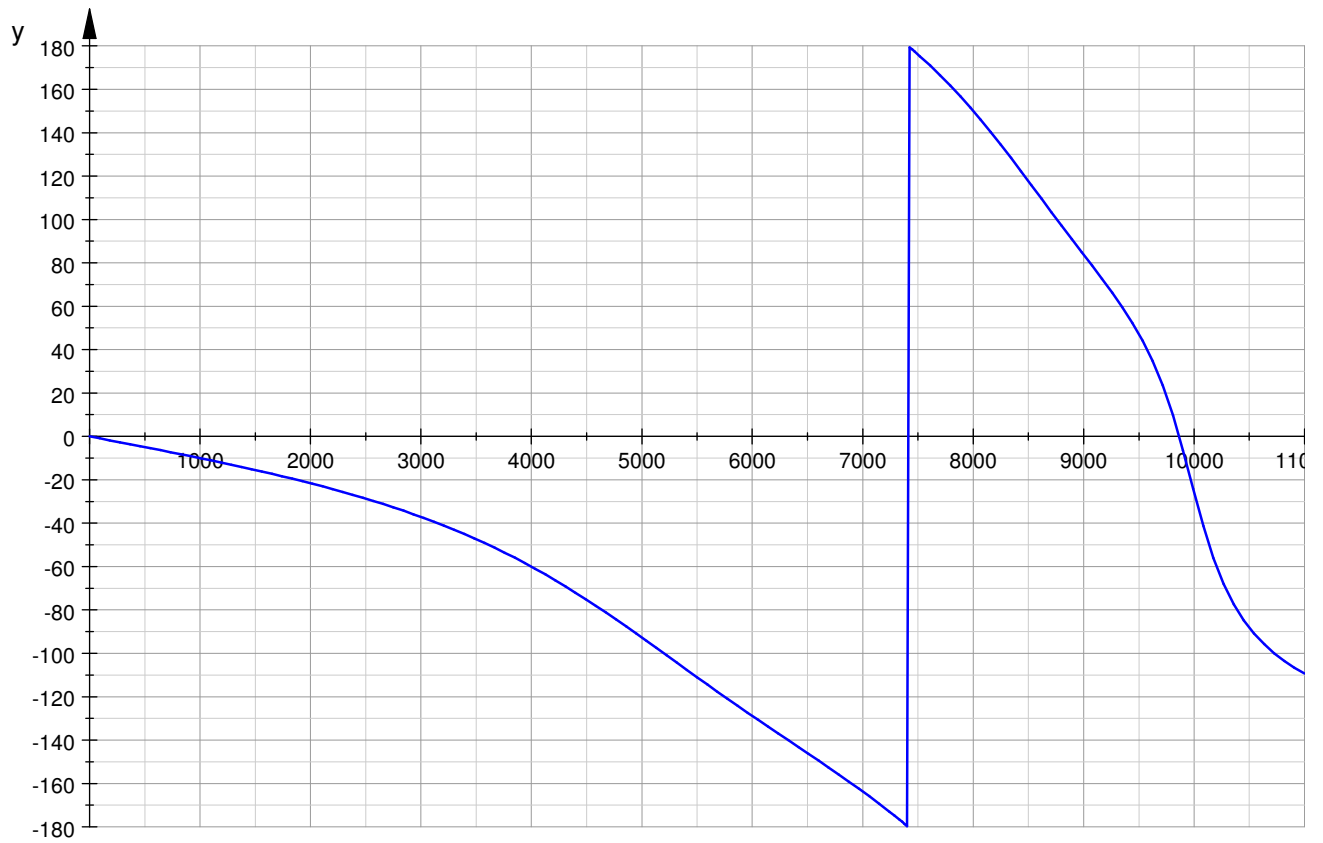
Vergößerung Amplitudenfunktion



die Phasenverschiebung des Filters

- `plotfunc2d(Winkel(f), f=0..1.1*fg, LegendVisible=FALSE, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Phasenfunktion"):`

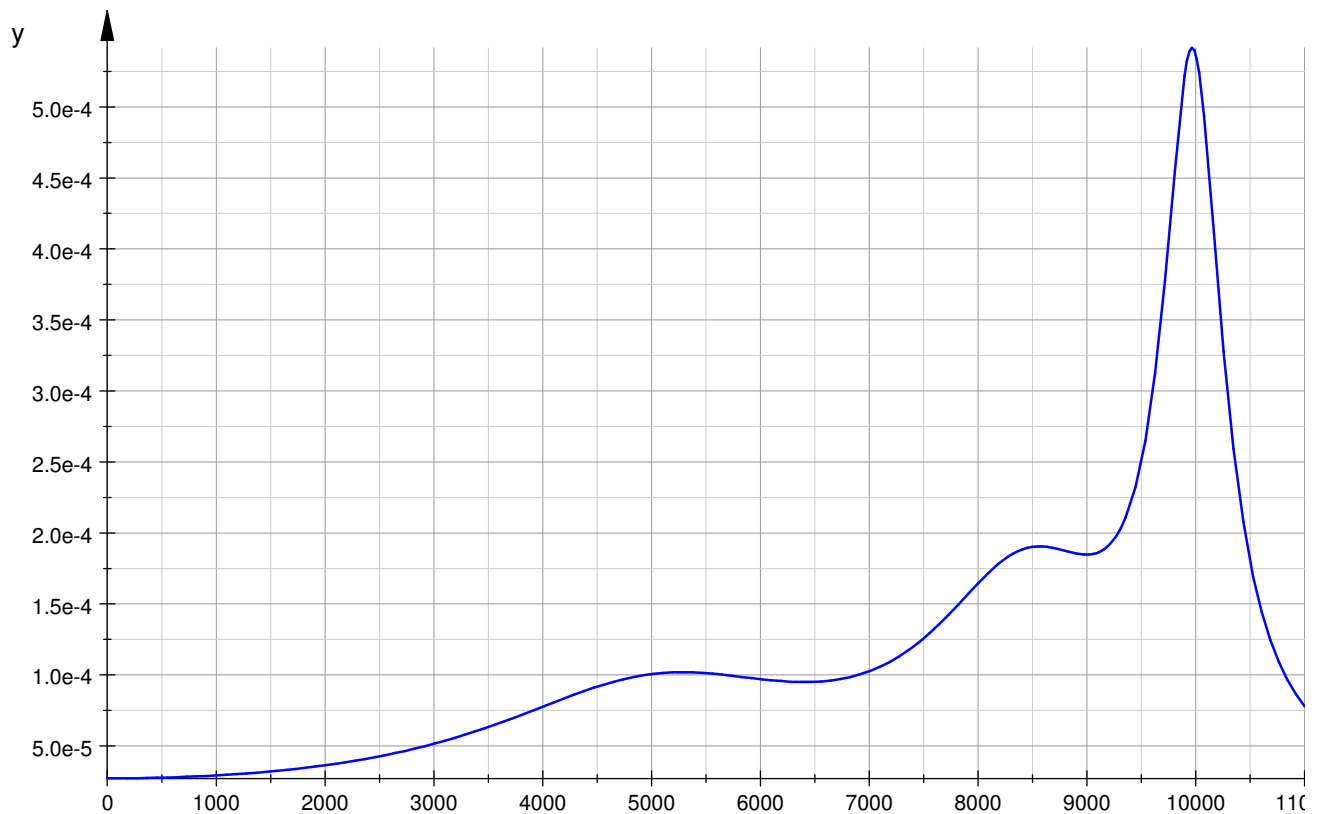
Phasenfunktion



Berechnete Gruppenlaufzeit

- ```
plotfunc2d(tg(f), f=0..1.1*fg, LegendVisible=FALSE,
 GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE,
 Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm,
 Header="Gruppenlaufzeit"):
```

## Gruppenlaufzeit



die Grunddämpfung durch  $\ddot{u}^2$

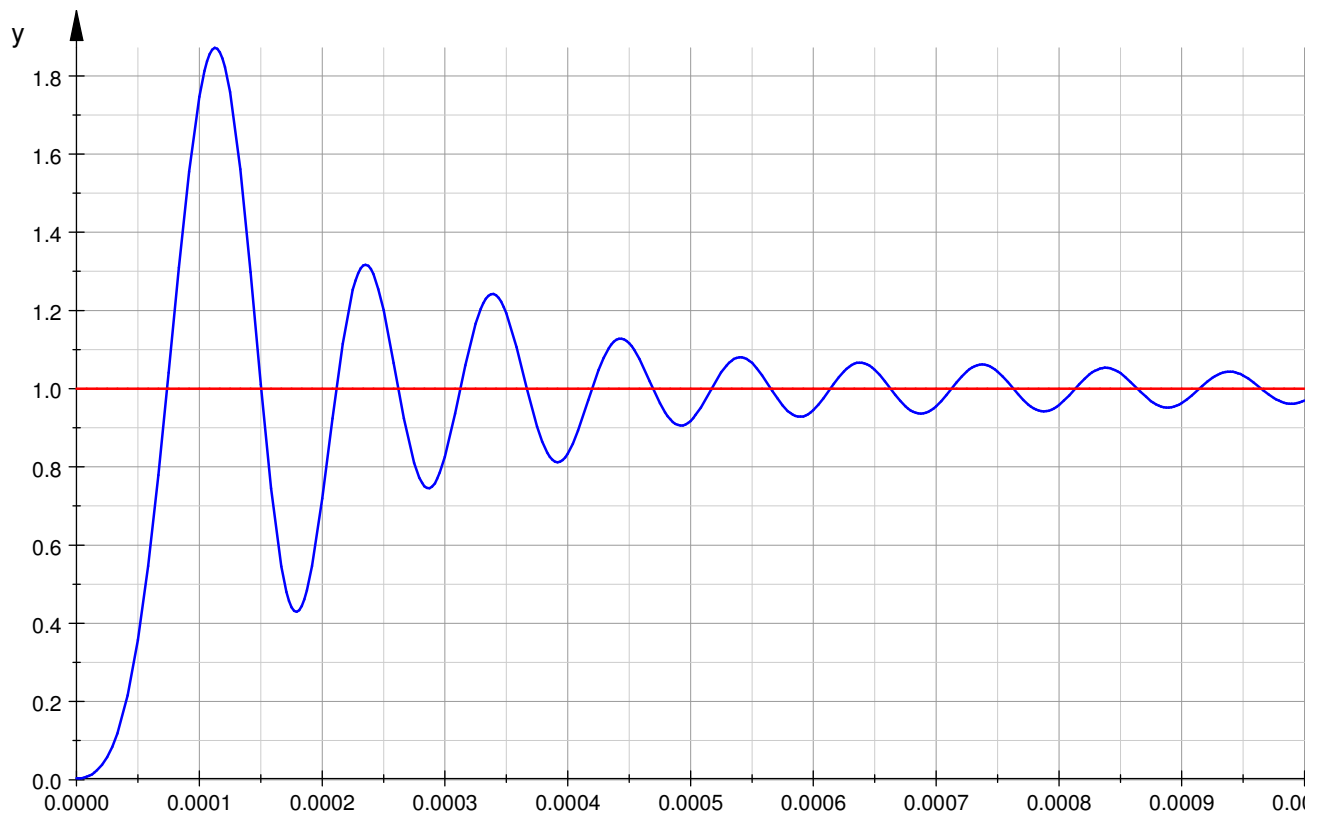
- $1 / (1 + 1/\ddot{u}^2)$ ;

$$\frac{1}{2}$$

Sprungantwort des Filters  $u_a(t) = \text{invlaplace}(2/p * T(p))$

- `delete i:prodpZ:=(f)->product(p/wg-sigwgZ[i]-I*wiwgZ[i], i=1..nZ):prodpN:=(f)->product(p/wg-sigwgN[i]-I*wiwgN[i], i=1..nN):`
- `ua:=(t)->Re(transform::invlaplace(a0/(1+ue2)*2/p*prodpZ(p)/prodpN(p),p,t)):`
- `plotfunc2d(ua(t), 1, t=0..10/fg, LegendVisible=FALSE, CoordinateType=LinLin, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Sprungantwort"):`

## Sprungantwort



### Suchbereich definieren

- `anf:=0.5e-5:ende:=1.5e-4:`

### Überschwingen in % bei t in us

- `maximum:=op(numeric::solve(diff(ua(t),t)=0,t=anf..ende,RestrictedSearch),1):`

- `(ua(maximum)-1)*100;maximum/1e-6;`

87.13762

112.93305

### Ausschnittsvergrößerung der Sprungantwort

to für  $ua(t)=1/2$  in us

- `tx:=op(numeric::solve(Re(ua(t))=1/2,t=anf..maximum,RestrictedSearch),1):tx/1e-6;`

56.465963

### die Einschwingzeit tau in us und die daraus resultierende Grenzfrequenz in kHz

- `m:=ua'(t):t:=tx:m:=float(m):delete t:yt:=t->1/2-m*(tx-t):`
- `tau:=op(solve(yt(t)=1,t),1)-op(solve(yt(t)=0,t),1):tau/1e-6;1/2/tau/1e3;`

41.222045

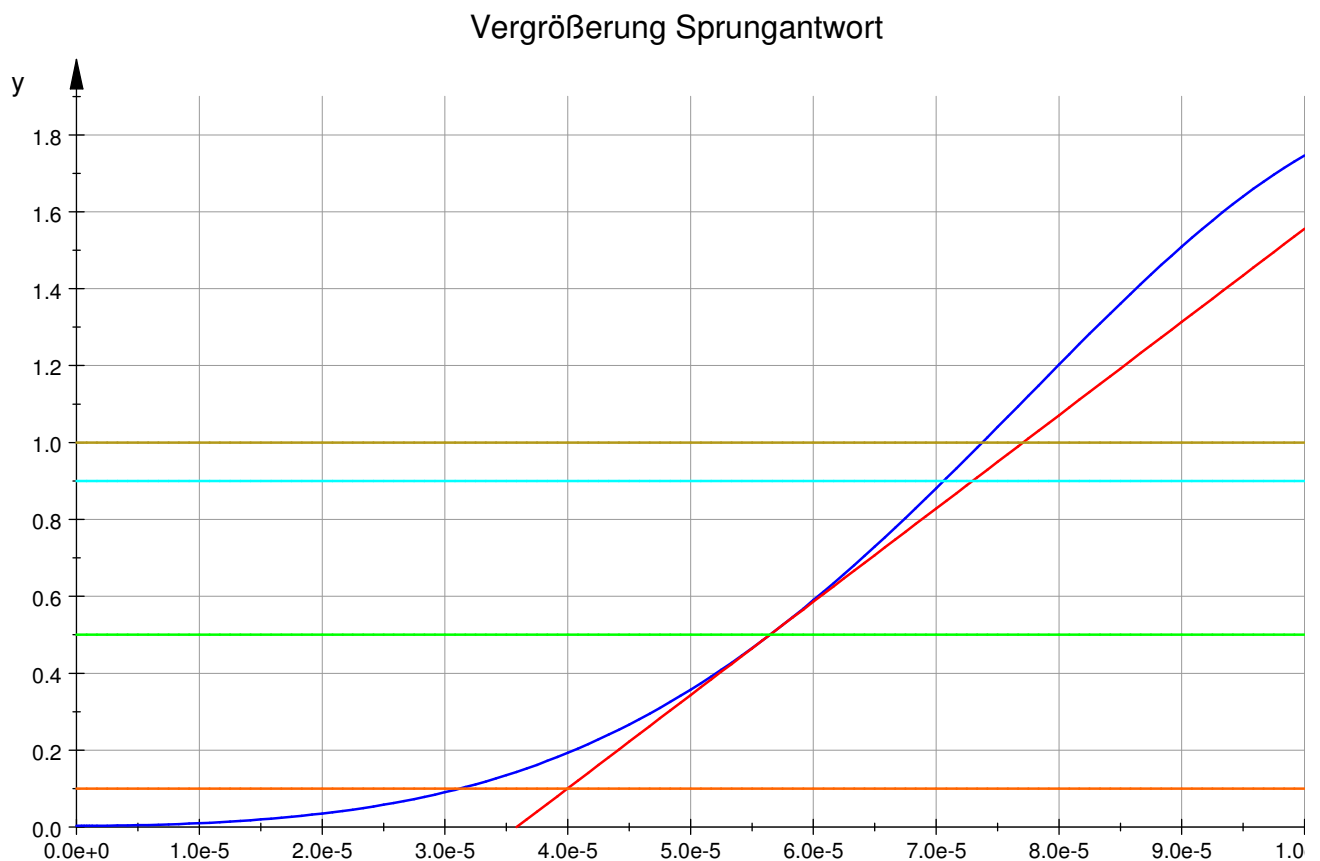
12.129432

tr, Rise-Time in us

- `tr:=op(numeric::solve(ua(t)=9/10,t=anf..ende,RestrictedSearch),1)-op(numeric::solve(ua(t)=1/10,t=anf..ende,RestrictedSearch),1):tr/1e-6;`

39.380496

- `plotfunc2d(ua(t), yt(t), 1/2, 1, 1/10, 9/10, t=0..1e-4, LegendVisible=FALSE, CoordinateType=LinLin, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=FALSE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Vergrößerung Sprungantwort", YRange=0..1.9):`

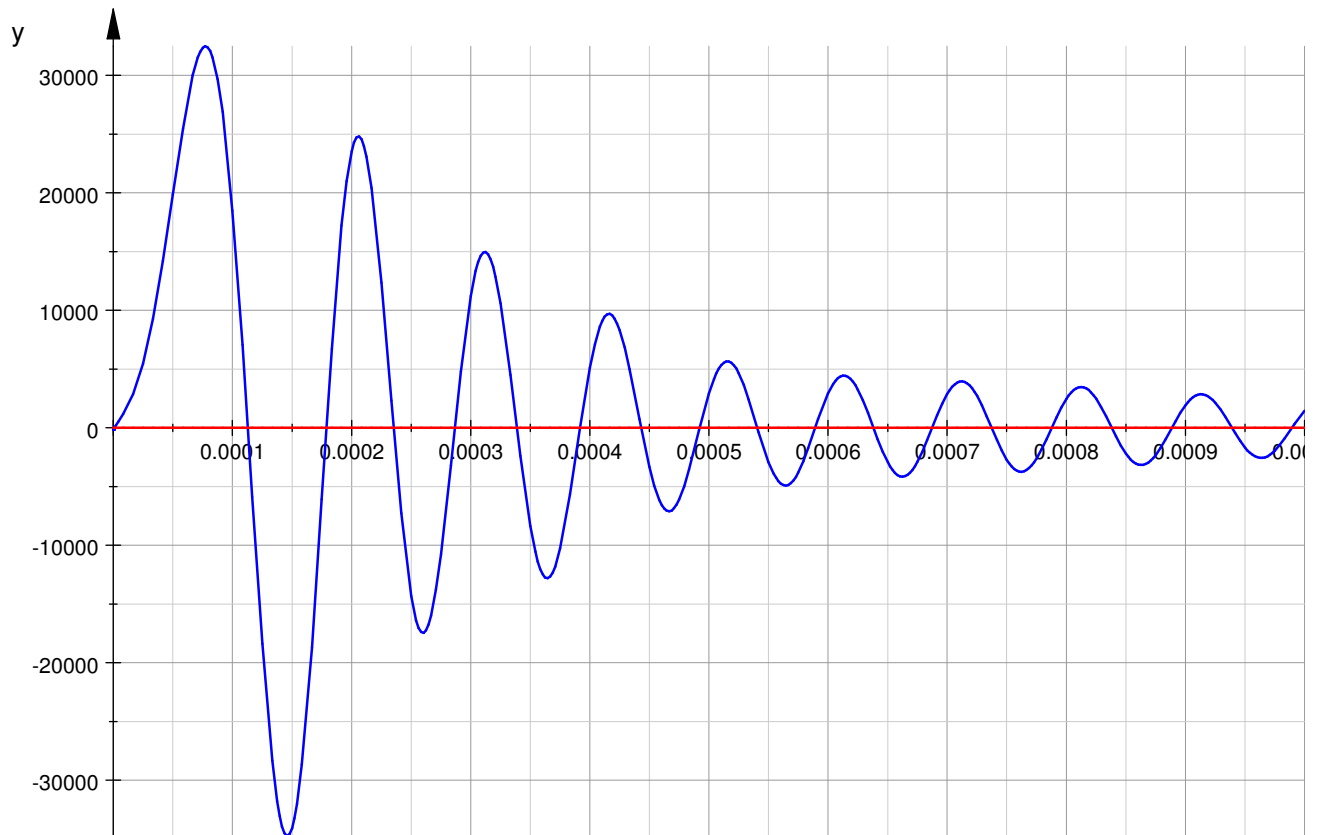


Impulsantwort des Filters  $ua(t)=\text{invlaplace}(T(p))$

- `ua:=(t)->Re(transform::invlaplace(a0/(1+ue2)*2*prodpZ(p)/prodpN(p),p,t)):`
- `plotfunc2d(ua(t), 1, t=0..10/fg, LegendVisible=FALSE, CoordinateType=LinLin,`

```
GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE,
Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Impulsantwort"):
```

### Impulsantwort



CPU-Zeit in Sekunden und in Minuten

- `te:=time():float((te-ta)/1000);float((te-ta)/1000/60);`

17.563

0.29271667

-