

Betrachtung eines doppelten ZOBEL-TP mit Dämpfungswiderstand über einen Trennverstärker verkettet--- 6. Mai 2007 Ingenieurbüro Baumann, Dorsten

- `reset() :DIGITS:=32:ta:=time() :w:=2*PI*f:a0:=4:`
- `m:=sqrt(1-(fr1/fp1)^2):`
- `R:=50:fr1:=30e6:fp1:=40e6:wg:=2*PI*fr1:Rd:=2e2:`
- `C1:=(1+m)/0.8/R/2/PI/fr1:`
- `C2:=(1-m^2)/2/m/0.8/R/2/PI/fr1:`
- `L1:=2*m*0.8*R/2/PI/fr1:`
- `C3:=m/0.8/R/2/PI/fr1:`

die Schaltelemente C1/pF, C2/pF, L1/nH, C3/pF

- `float(C1/1e-12);float(C2/1e-12);float(L1/1e-9);float(C3/1e-12);`

220.3550357740361943575835487749

56.395232055507909353687408120017

280.72293289852825989391065375297

87.725916530790081216847079297804

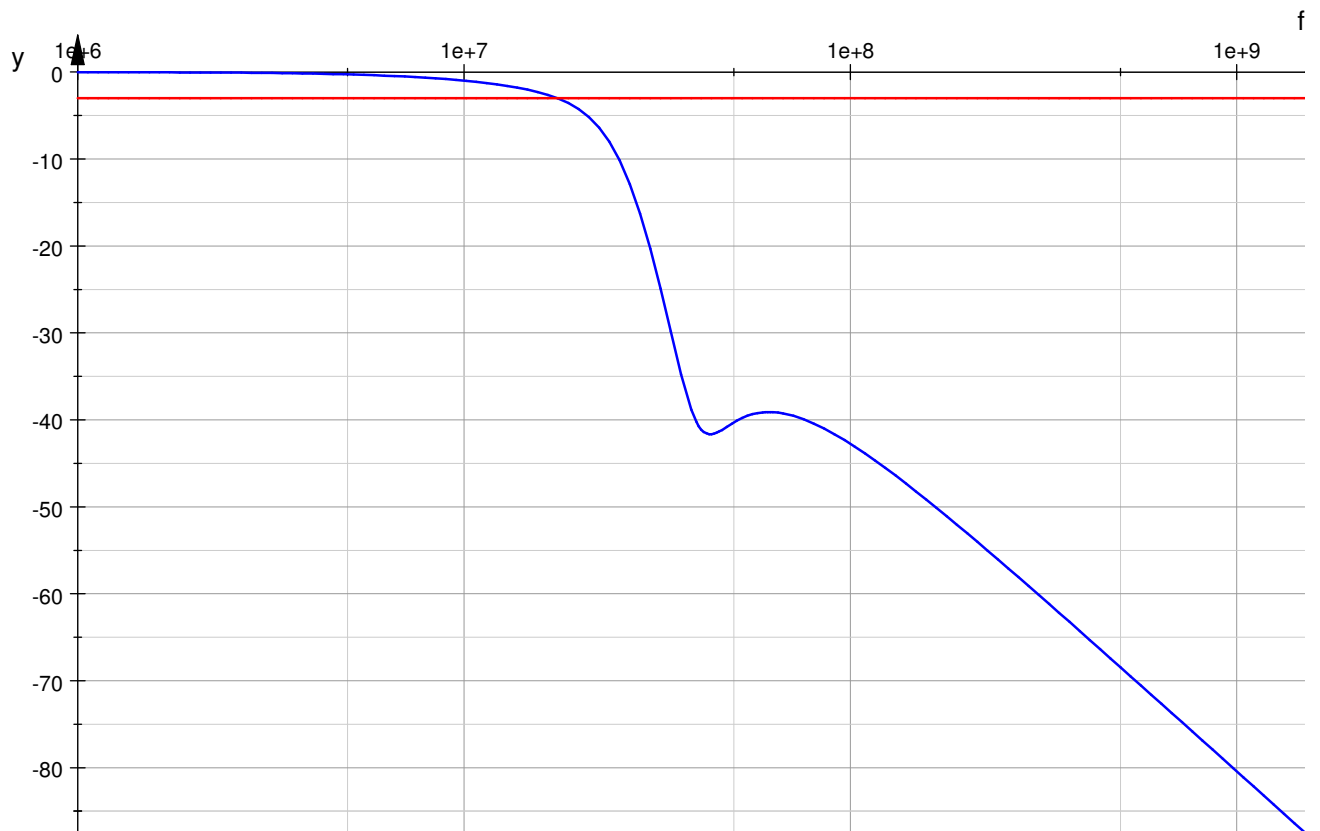
Berechnung der Übertragungsfunktion, des Phasenverlaufs und der Gruppenlaufzeit des ZOBEL-Filters

- `Z1:=1/(1/R+I*w*C3):`
- `Z2:=1/(1/I/w/L1+I*w*C2+1/Rd):`
- `U2U0:=(f)->a0*(1/(1+(I*w*C1+1/(Z1+Z2))*R)*Z1/(Z1+Z2))^2:`
- `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 des 2-fach-ZOBEL-Filters in dB, doppelt logarithmisch

- `plotfunc2d(U2U0dB(f), -3.01, f=1e6..50*fr1, LegendVisible=FALSE, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, CoordinateType=LogLin, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Amplitudenfunktion"):`

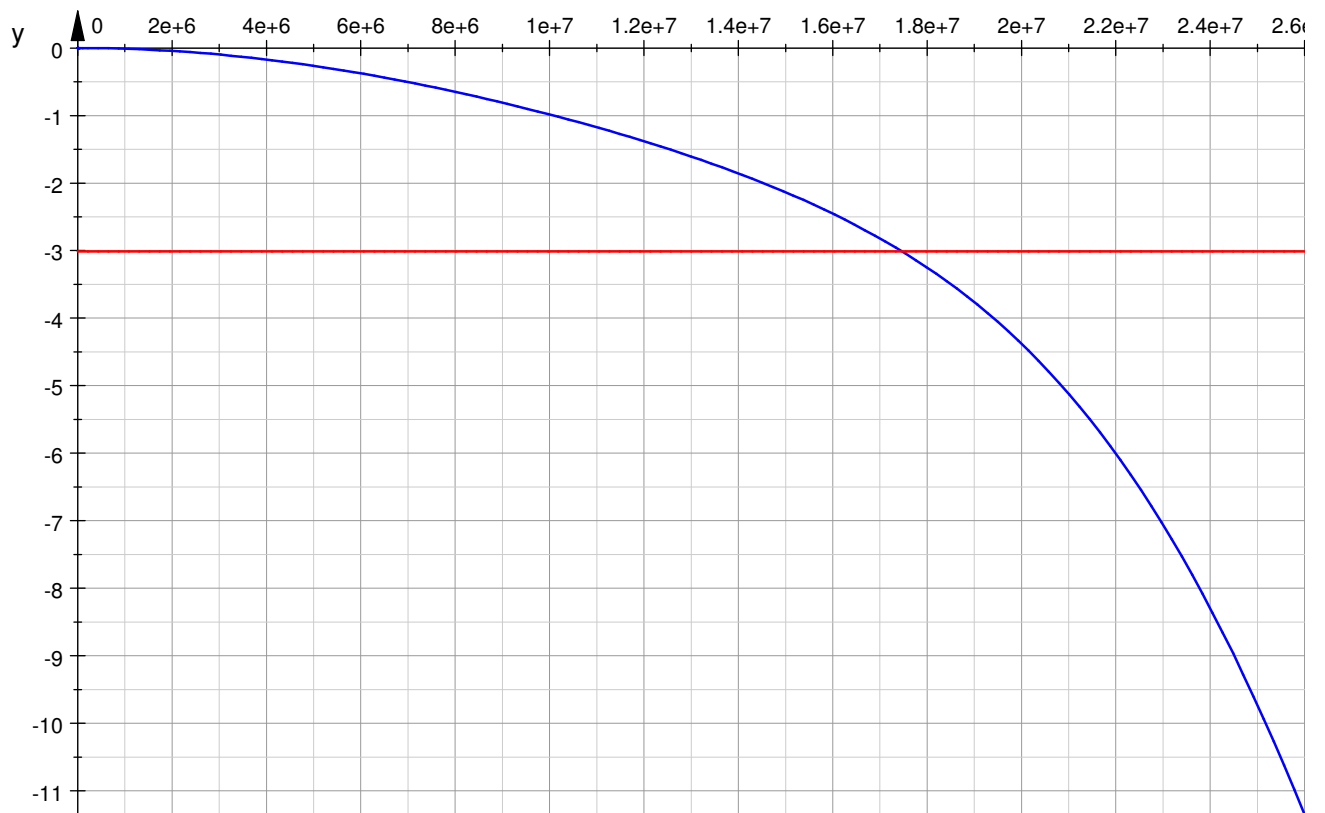
## Amplitudenfunktion



vergrößerter Ausschnitt aus dem Betrag der Übertragungsfunktion des 2-fach-ZOBEL-Filters

- `plotfunc2d(U2U0dB(f), -3.01, f=0..26e6, LegendVisible=FALSE, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Vergrößerung Amplitudenfunktion"):`

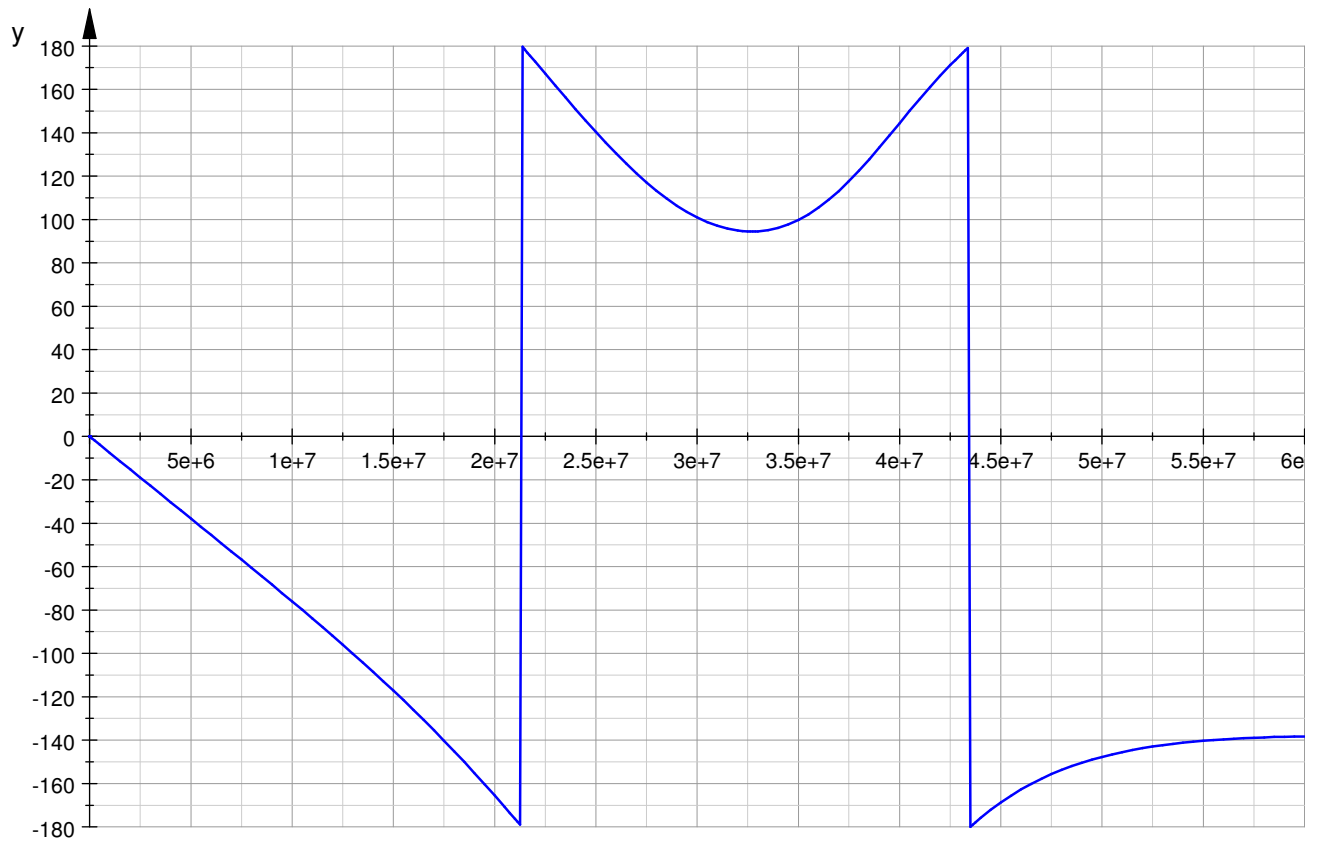
## Vergößerung Amplitudenfunktion



### Phasenverlauf des 2-fach-ZOBEL-Filters

- `plotfunc2d(Winkel(f), f=0..60e6, LegendVisible=FALSE, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Phasenfunktion"):`

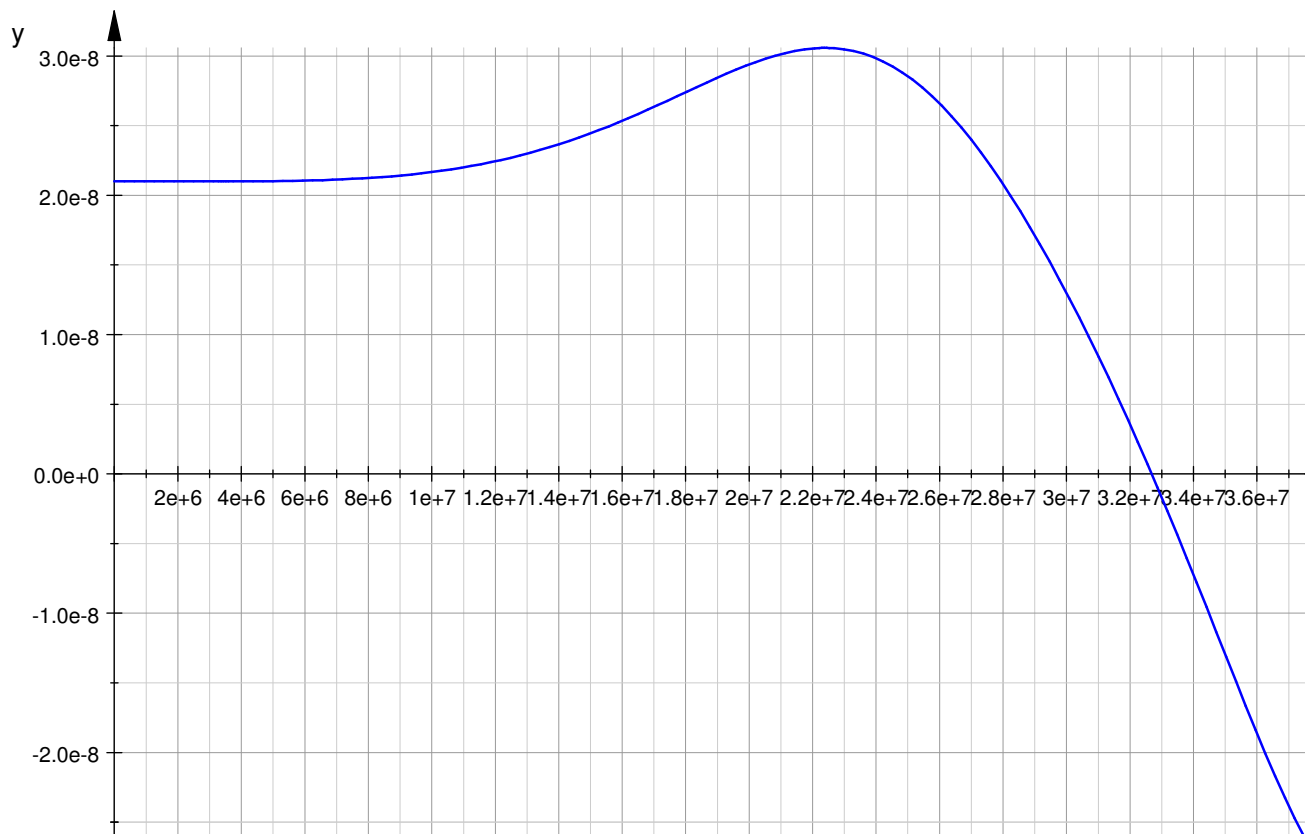
## Phasenfunktion



### Gruppenlaufzeit des 2-fach-Filters

- `plotfunc2d(tg(f), f=0..37.5e6, LegendVisible=FALSE, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Gruppenlaufzeit"):`

## Gruppenlaufzeit

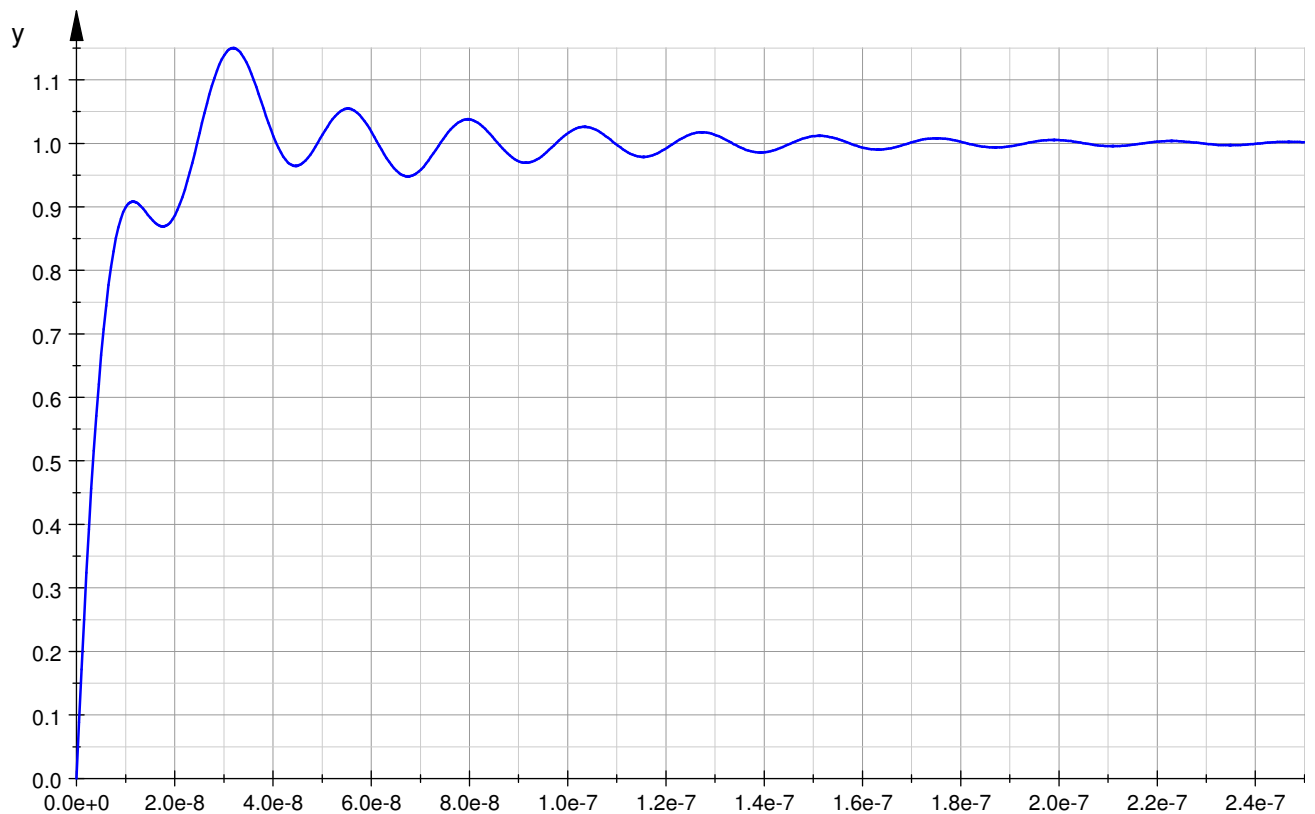


- `delete p,w:`
- `Z1:=1/(1/R+I*p*C3):`
- `Z2:=1/(1/p/L1+p*C2+1/Rd):`
- `Z10:=1/(1/R+p*C5):`
- `Z20:=p*L2:`
- `T:=(p)->1/(1+(p*C1+1/(Z1+Z2))*R)*Z1/(Z1+Z2)^2:`
- `TN:=(p)->denom(T(p)):TZ:=(p)->numer(T(p)):`

### die Berechnung der Pol-Nullstellen

- `Null:=numeric::solve(TZ(p)=0,p):Pol:=numeric::solve(TN(p)=0,p):NullN:=nops(Null):PolN:=nops(Pol):`
- `delete i:PolyZ:=(p)->product(p-Null[i], i=1..NullN):`
- `delete i:PolyN:=(p)->product(p-Pol[i], i=1..PolN):`
- `ua:=(t)-`  
`>45381309.1444596*Re(transform::invlaplace(a0/p*PolyZ(p)/PolyN(p),p,`  
`t)):`
- `plotfunc2d(ua(t), t=0..10/fp1, LegendVisible=FALSE,`  
`GridVisible=TRUE, Mesh=500, AdaptiveMesh=4, SubgridVisible=TRUE,`  
`Height=120*unit::mm,`  
`Width=180*unit::mm, CoordinateType=LinLin,`  
`Header="Sprungantwort Dämpfungswiderstand = 200 Ohm"):`

## Sprungantwort Dämpfungswiderstand = 200 Ohm



### Ausschnittsvergrößerung der Sprungantwort

#### Suchbereich definieren

- `anf:=0:ende:=4.5e-8:`

#### Überschwingen in % bei t in ns

- `maximum:=op(numeric::solve(diff(ua(t),t)=0,t=anf..ende,RestrictedSearch),1):`
- `(ua(maximum)-1)*100;maximum/1e-9;`

14.999888586809160164440790860622

31.860955464919151414109437601888

#### to für $ua(t)=1/2$ in ns

- `tx:=op(numeric::solve(Re(ua(t))=1/2,t=0..maximum,RestrictedSearch),1):tx/1e-9;`

3.3677810143875966847311448276567

#### die Einschwingzeit $\tau$ in ns und die daraus resultierende Grenzfrequenz in MHz

- `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-`

```
9;1/2/tau/1e6;
```

```
8.5900963117993684312229280717066
```

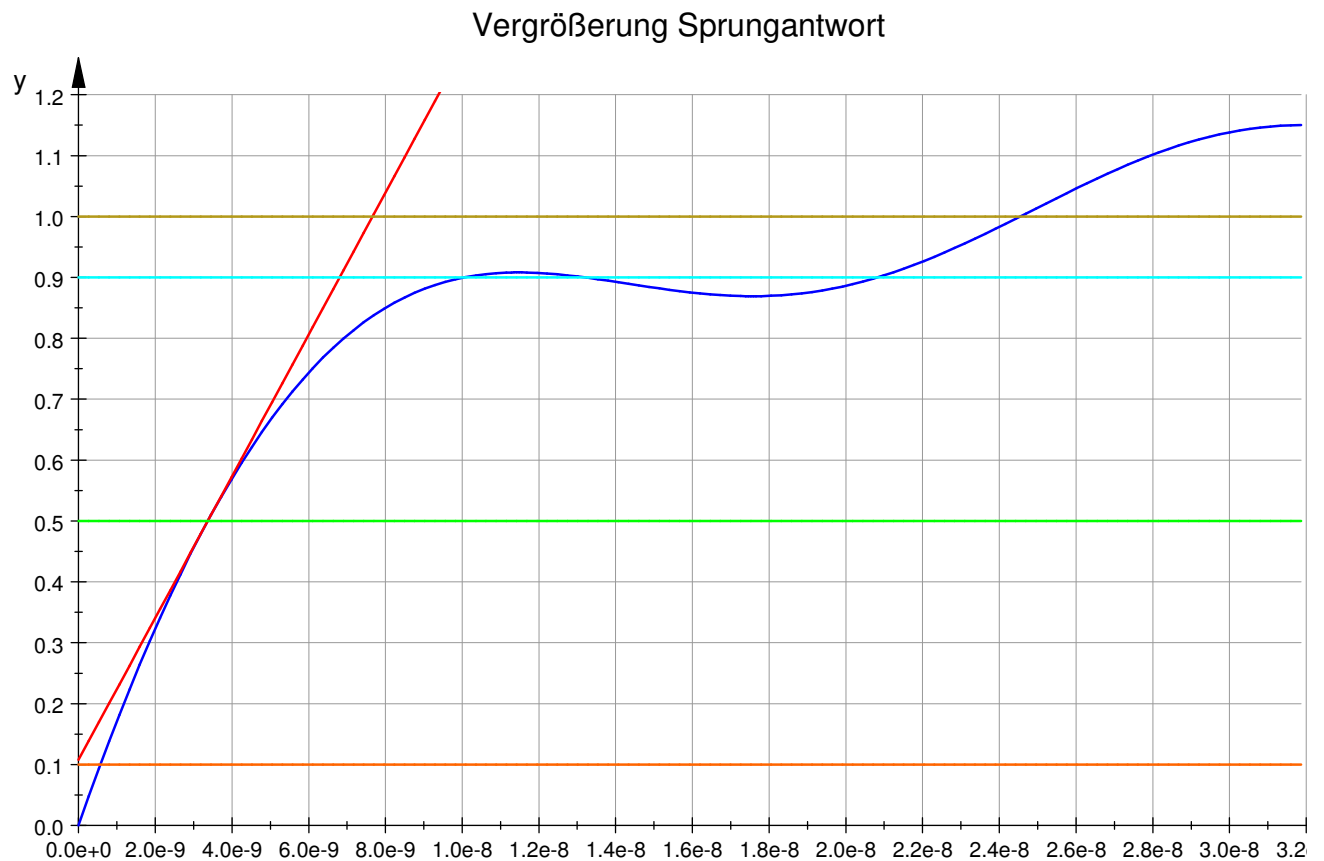
```
58.206565078112022274698140226534
```

tr, Rise-Time in ns

- ```
ende:=1.2e-8;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-9;
```

```
9.4811263050090244139781090187546
```

- ```
plotfunc2d(ua(t), yt(t), 1/2, 1, 1/10, 9/10, t=0..maximum, LegendVisible=FALSE, CoordinateType=LinLin, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=FALSE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Vergrößerung Sprungantwort", YRange=0..1.2):
```



Impulsantwort

- ```
ua:=(t)->45381309.1444596*Re(transform::invlaplace(a0*PolyZ(p)/PolyN(p),p,t))
```

