



# Simulationssoftware

## *Inhalt*

*SPICE Simulation*

*LTSPICE*

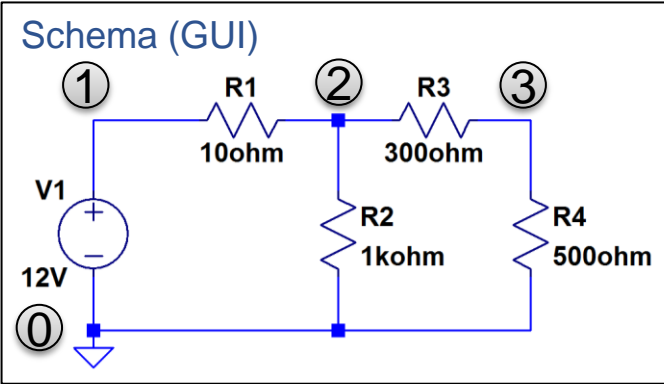
*Beispiele*

*Arno Gadola*

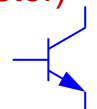


- **SPICE = Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis (1973)**  
Nachfolger von CANCER (Computer Analysis of Nonlinear Circuits Excluding Radiation)
- Text und oder GUI (Graphical User Interface) basierte Simulationssoftware
- **.cir** Dateien: beschreibt ganze Schaltung als Text (etwas veraltet)
- SPICE Modelle: Beschreibung der Bauteilfunktionalität, viele Hersteller stellen die Modelle ihrer Bauteile zur Verfügung (**.model**). Sammlung von Links zu Modellen: z.B. <http://www.emwonder.com/spicemodels/>

```
.cir Datei
Sample DC Circuit 1 for Pspice
VS 1 0 12V
R1 1 2 10
R2 2 0 1K
R3 2 3 300
R4 3 0 500
.END
```



```
.model (npn Transistor)
* Filename: BFR92A_SPICE.PRM
* BFR92A SPICE MODEL
* PHILIPS SEMICONDUCTORS
* Date : September 1995
*
* PACKAGE : SOT23 DIE MODEL : BFR90A
* 1: COLLECTOR; 2: BASE; 3: EMITTER;
.SUBCKT BFR92A 1 2 3
Q1 6 5 7 BFR90A
* SOT23 parasitic model
      Lb 4 5 .4n
      Le 7 8 .83n
      L1 2 4 .35n
      L2 1 6 .17n
      L3 3 8 .35n
      Ccb 4 6 71f
      Cbe 4 8 2f
      Cce 6 8 71f
*
* PHILIPS SEMICONDUCTORS Version: 1.0
* Filename: BFR90A.PRM Date: Feb 1992
*
.MODEL BFR90A NPN
+      IS = 4.11877E-016
+      BF = 1.02639E+002
+      NF = 9.97275E-001
+      .
+      .
+      CJC = 5.46563E-013
+      VJC = 3.80824E-001
+      MJC = 2.02935E-001
.ENDS
```

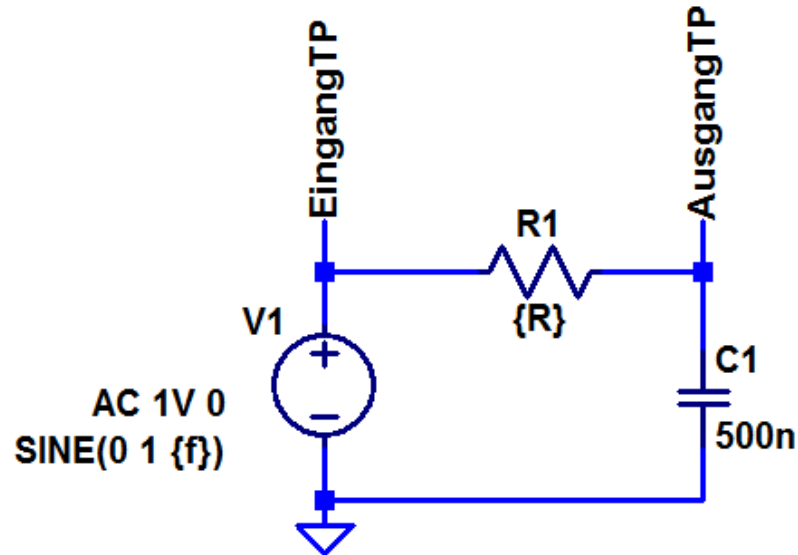




- Spezielle Simulationssoftware für spezielle Anwendungen (Freeware, lizenzierte Software):
  - Digitalelektronik (z.B. Digisim <http://www.software-objects.de/digisim/digisim.php>, Logisim <http://www.cburch.com/logisim/>)
  - Analogelektronik (z.B. LTSPICE <http://www.linear.com/designtools/software/>)
  - Hochfrequenzschaltungen
  - Leistungselektronik
  - Filterberechnungstools (z.B. Elsie <http://tonnesoftware.com/elsie.html>)
  - Regeltechnik (z.B. Matlab Simulink)
  - Es gibt auch online Versionen (z.B. circuitlab.com)
- Bemerkung: die Software EAGLE (<http://www.cadsoft.de/>) von CadSoft (als Freeware und mit Lizenz erhältlich) wird hauptsächlich für das Zeichnen von Schemas und das Layouten von Printplatten (PCB) verwendet. Die Software unterstützt jedoch auch die Simulation von Schaltungen via FSPICE (Felicitas)
- **LTSPICE** wurde von der Firma *Linear Technology* adaptiert (unterstützt nativ LT Bauteile) und ist gratis.
- Nicht sehr gut geeignet für Simulation von digitalen Schaltungen
- Download Link: <http://www.linear.com/designtools/software/>
- Bedienungsanleitung: [www.google.ch](http://www.google.ch) oder [www.linear.com/docs/39806](http://www.linear.com/docs/39806) oder <http://www.gunthard-kraus.de/>



# Beispiel: Tiefpassfilter



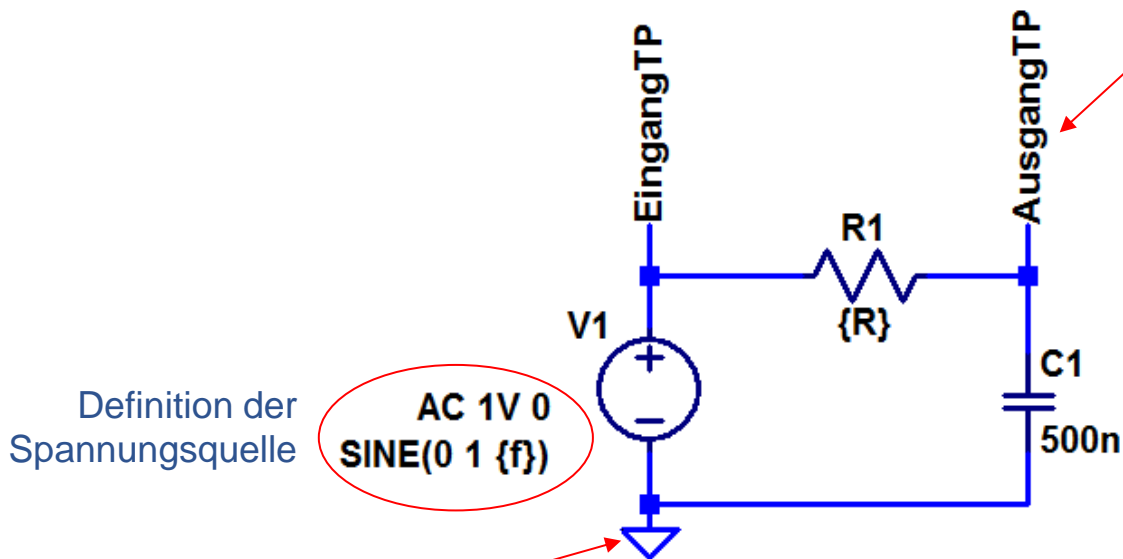
```
;ac oct 100 1 500k  
.tran 10ms startup
```

```
.param R 500  
.step param R 100 900 200  
.param f 1kHz
```



# Beispiel: Tiefpassfilter

Kennzeichnung für bessere Übersicht



Definition der Spannungsquelle

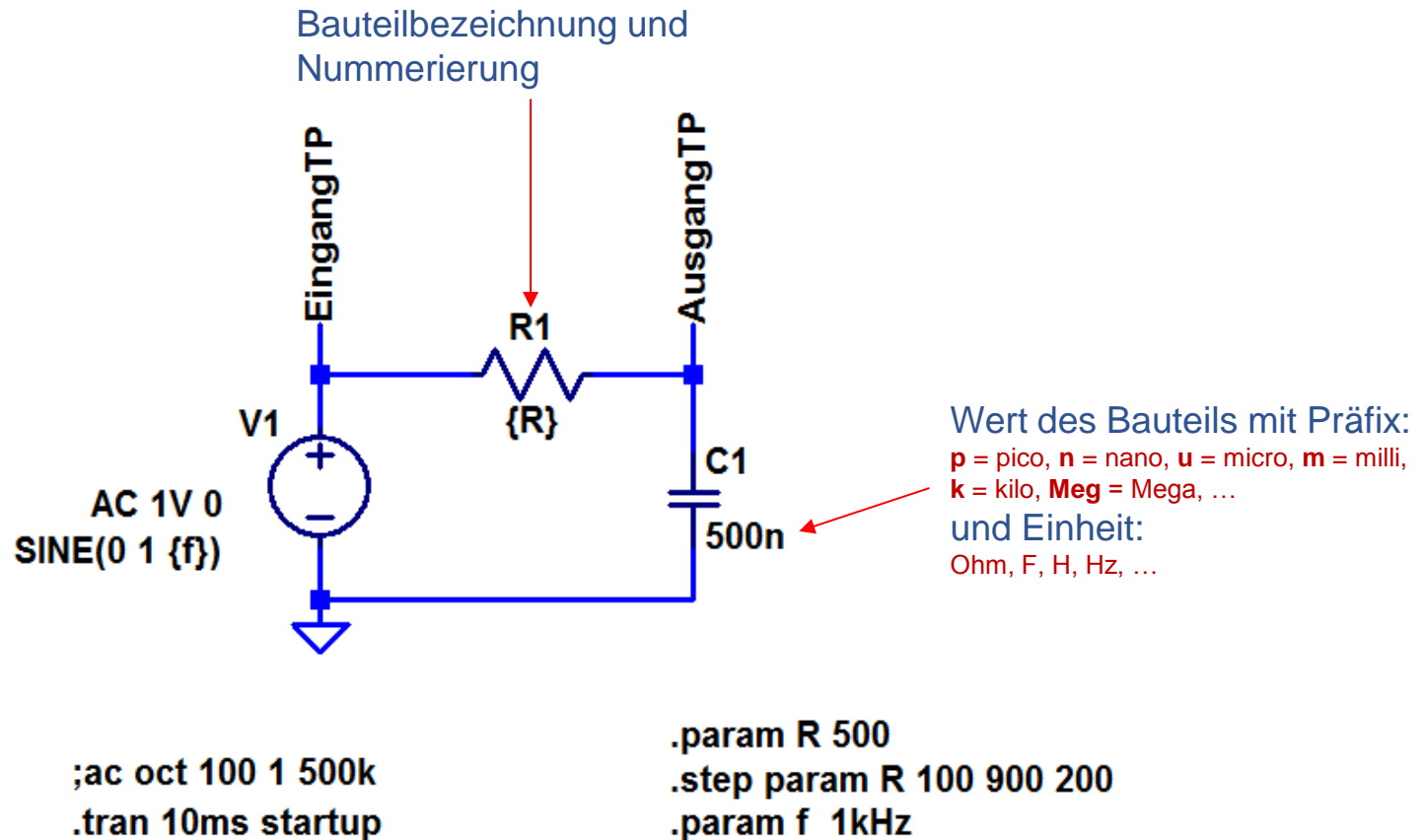
AC 1V 0  
SINE(0 1 {f})

Ground  $\nabla$ , muss IMMER vorhanden sein!

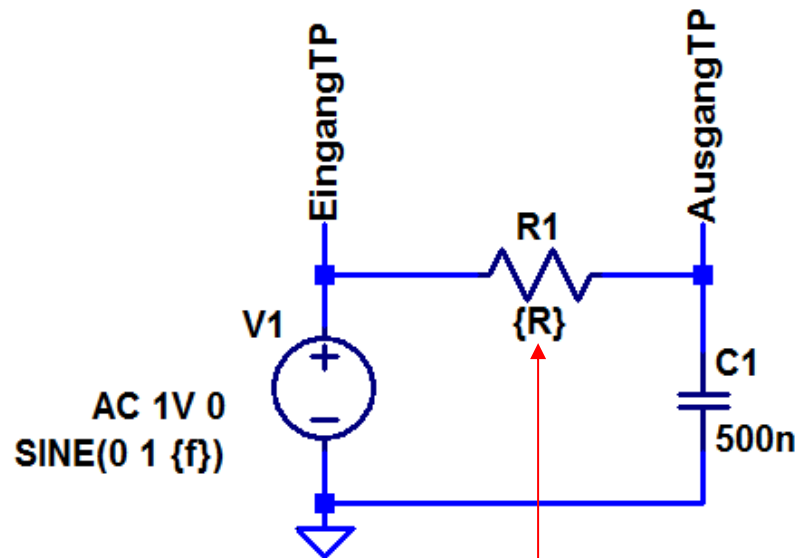
```
;ac oct 100 1 500k
.tran 10ms startup
```

```
.param R 500
.step param R 100 900 200
.param f 1kHz
```

# Beispiel: Tiefpassfilter



# Beispiel: Tiefpassfilter



```
;ac oct 100 1 500k  
.tran 10ms startup
```

Definition der Analyse-  
methode und deren Parameter

- ;  
; diese Zeile ist auskommentiert
- .  
. Diese Zeile ist ein Kommando

```
.param R 500  
.step param R 100 900 200  
.param f 1kHz
```

Veränderbare Parameter  
in { } Klammern

Definition der Bauteil-  
parameter, die während der  
Simulation geändert werden  
sollen (mit oder ohne Einheit)



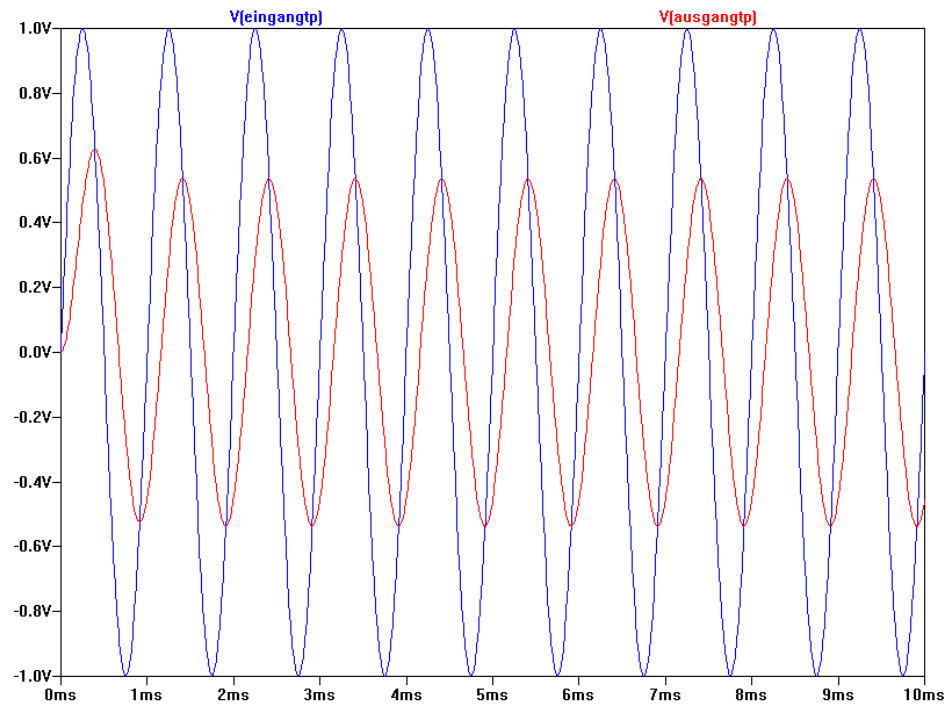
# Beispiel: Tiefpassfilter

Verschiedene Analyse-Methoden:

- Transientenanalyse (zeitabhängig)
- AC-Analyse (frequenzabhängig)
- ...

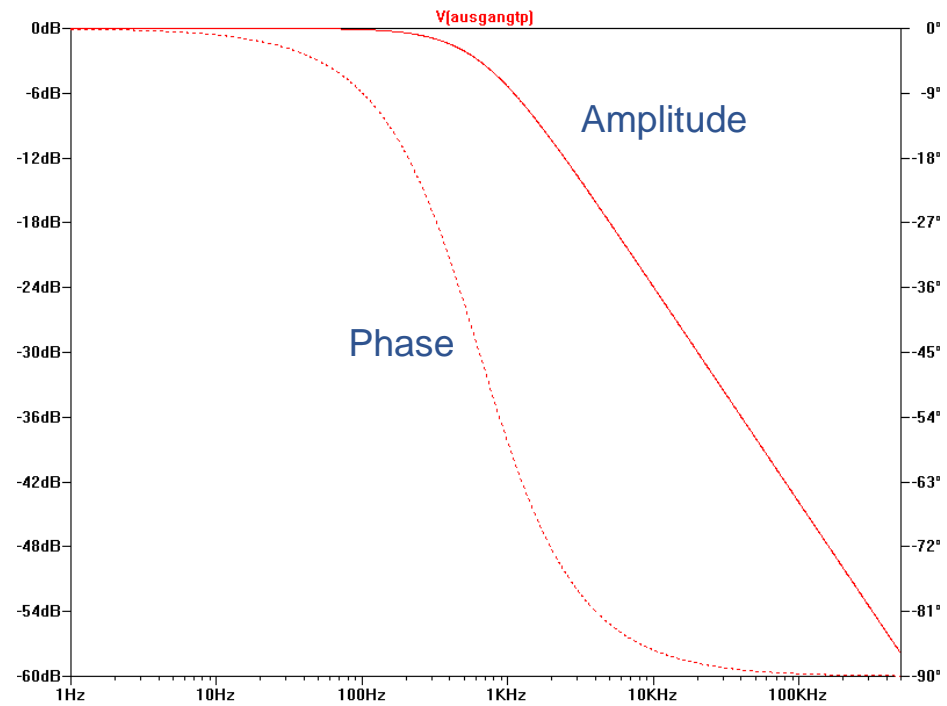
Transientenanalyse über 10 ms Simulationszeit

```
.tran 10ms startup
```



AC Analyse von 1 Hz – 500 kHz in 100 Hz Schritten

```
.ac oct 100 1 500k
```



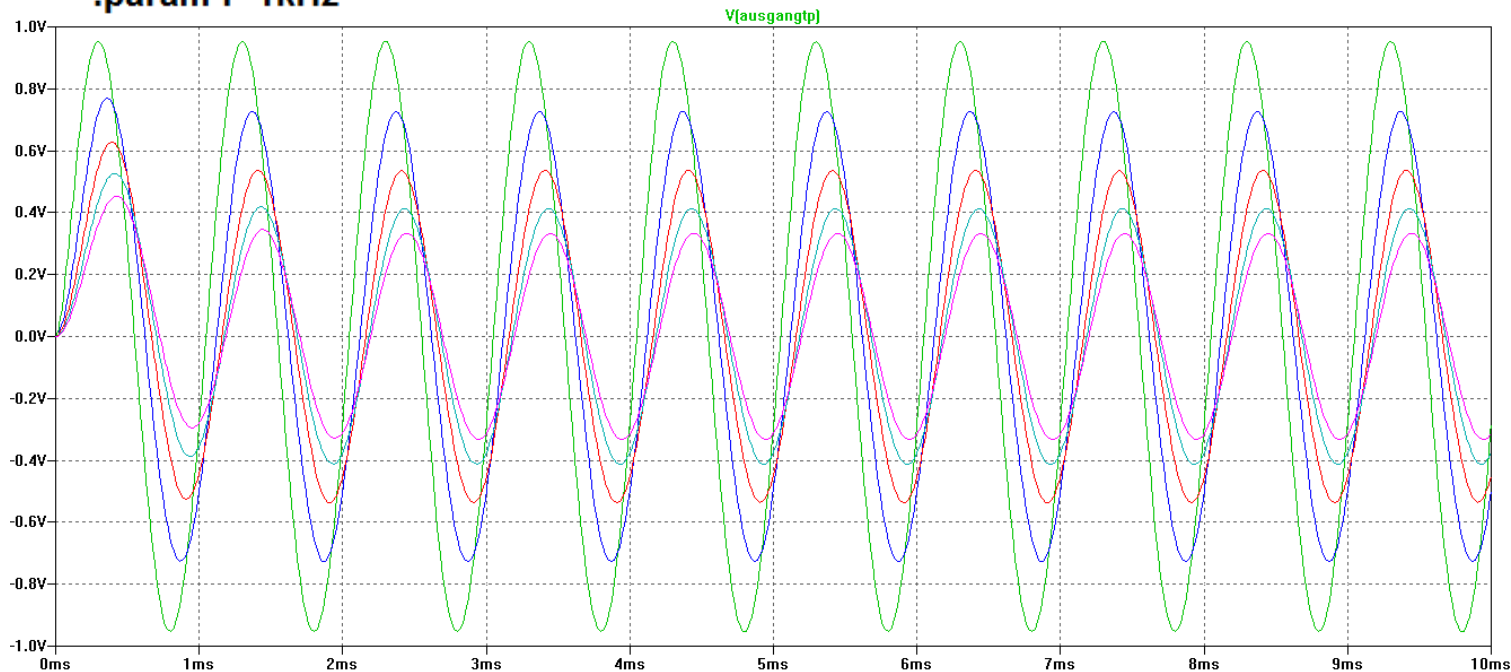


# Beispiel: Tiefpassfilter

Parameter definieren und ändern:

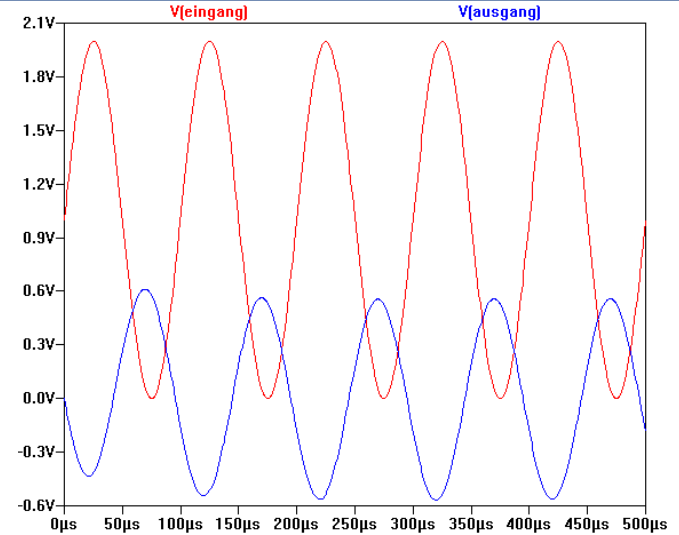
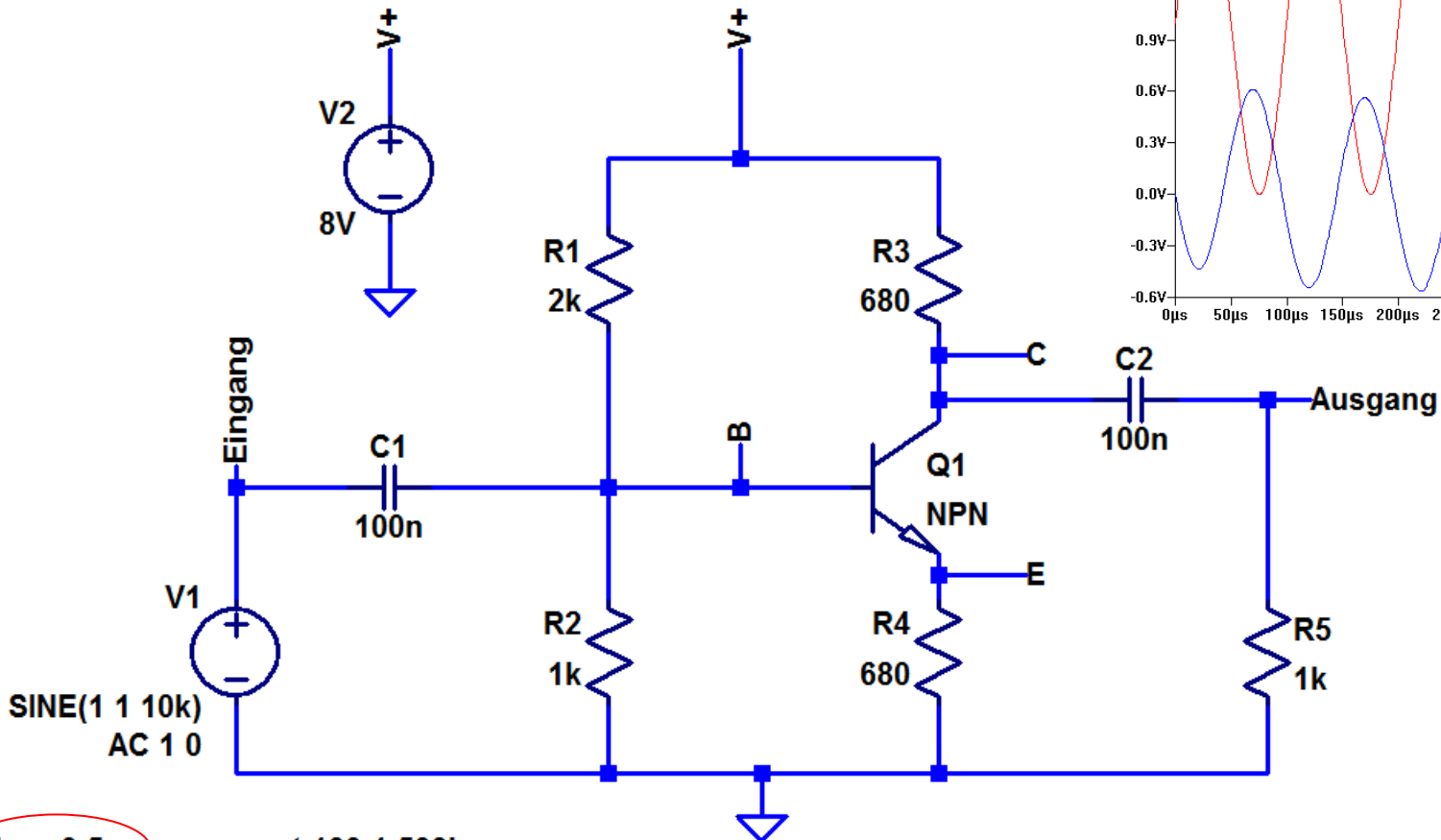
- Parameter wird mit `{}` definiert (fast jede Einstellung kann so definiert werden)
- `.param <Parametername> <Wert>`  
z.B. `.param R 500hm`
- `.step param <Parametername> <Startwert> <Endwert> <Schrittgrösse>`  
z.B. `.step param R 100 900 200` zeichnet fünf Kurven für  $R=100, 300, 500, 700, 900\Omega$

```
.param R 500  
.step param R 100 900 200  
.param f 1kHz
```



# Beispiel: Emitterschaltung

Simulation im Zeitregime: `.tran 0.5m`

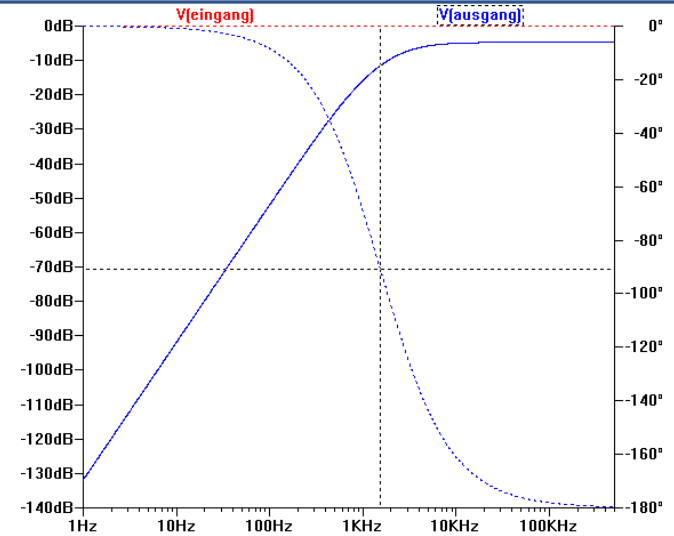
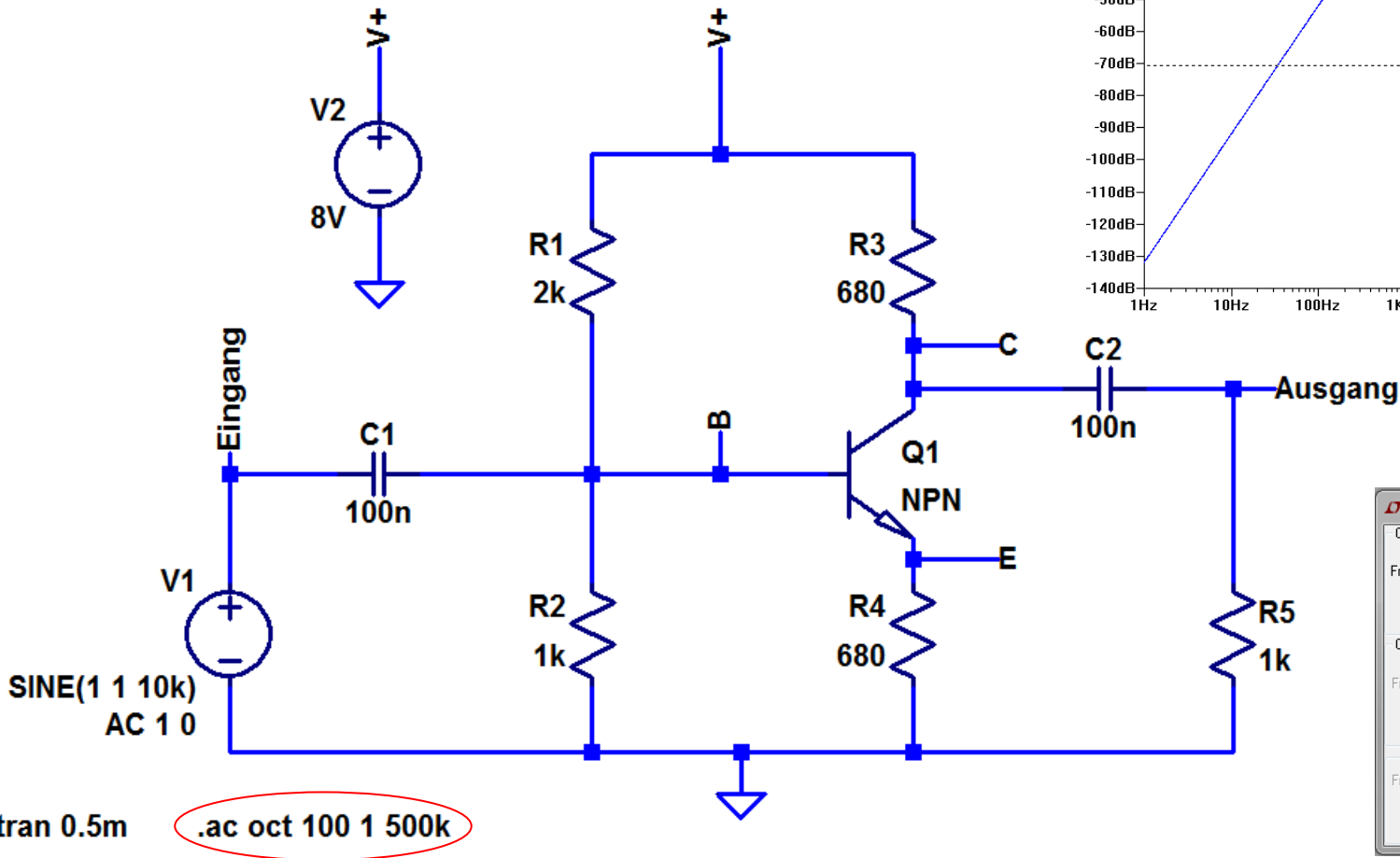


`.tran 0.5m`

`;ac oct 100 1 500k`

# Beispiel: Emitterschaltung

Simulation im Frequenzregime: `.ac oct 100 1 500k`



Cursor 1	
Mag:	-11.504281dB
Phase:	-90.85951°
Group Delay:	93.229601µs

Cursor 2	
Mag:	-- N/A --
Phase:	-- N/A --
Group Delay:	-- N/A --

Ratio (Cursor2 / Cursor1)	
Mag:	-- N/A --
Phase:	-- N/A --
Group Delay:	-- N/A --