

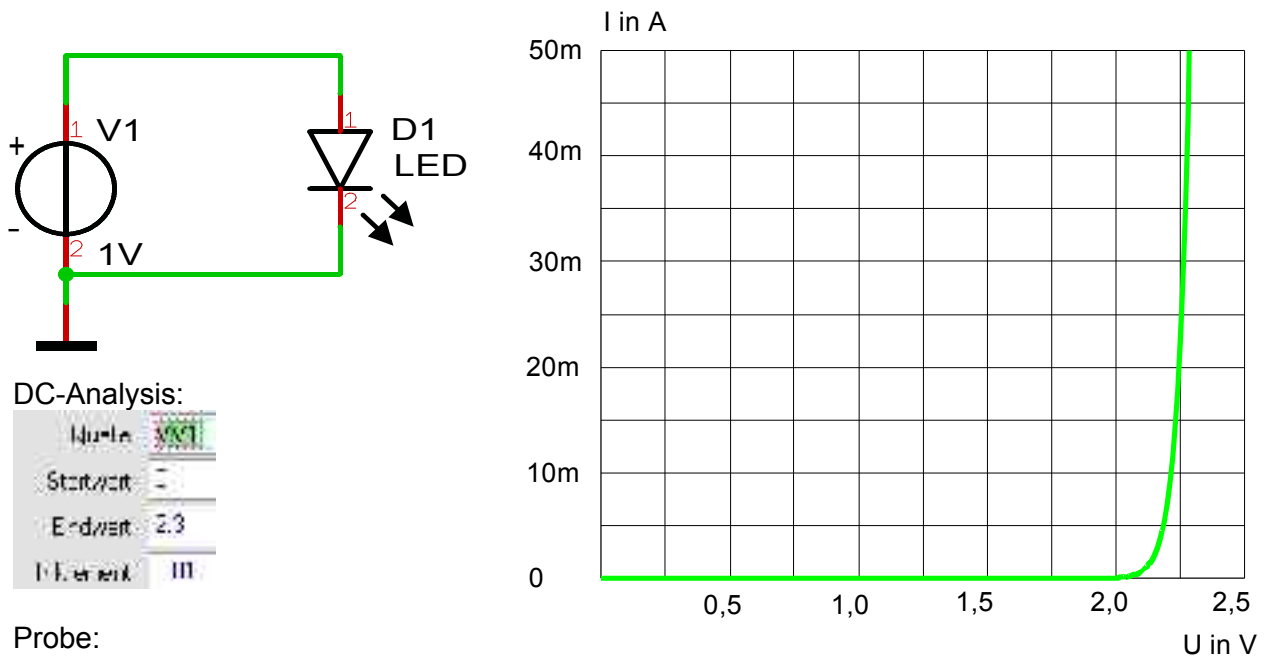
## Zusammenstellung der in TARGET 3001! simulierten Grundsaltungen

Alle simulierten Schaltungen sind als TARGET 3001!-Schaltungen vorhanden und beginnen mit SIM-

<b>LED- Kennlinie.....</b>	<b>2</b>
<b>LED an Gleichspannung.....</b>	<b>2</b>
<b>Einweggleichrichter ohne Kondensator.....</b>	<b>4</b>
<b>Einweggleichrichter mit Kondensator.....</b>	<b>5</b>
<b>Gleichrichterschaltung mit Z-Dioden-Stabilisierung.....</b>	<b>6</b>
<b>Einweggleichrichter mit Spannungsregler 7805.....</b>	<b>7</b>
<b>Zweiweggleichrichter.....</b>	<b>8</b>
<b>Zweiweggleichrichter mit Spannungsregler.....</b>	<b>9</b>
<b>Transistorschaltung : Bestimmung von B.....</b>	<b>10</b>
<b>Kondensator-Auf- und Entladung.....</b>	<b>12</b>
<b>RC-Rechteckgenerator.....</b>	<b>14</b>
<b>Widerstand an Wechselspannung.....</b>	<b>16</b>
<b>Kondensator an Wechselspannung.....</b>	<b>17</b>
<b>RC-Reihenschaltung.....</b>	<b>19</b>
<b>einfacher RC-Tiefpass.....</b>	<b>21</b>
<b>verbesserter Tiefpass.....</b>	<b>22</b>
<b>RC-Bandpass aus HP und TP.....</b>	<b>23</b>
<b>Bandpass mit Schwingkreis.....</b>	<b>24</b>

## LED- Kennlinie

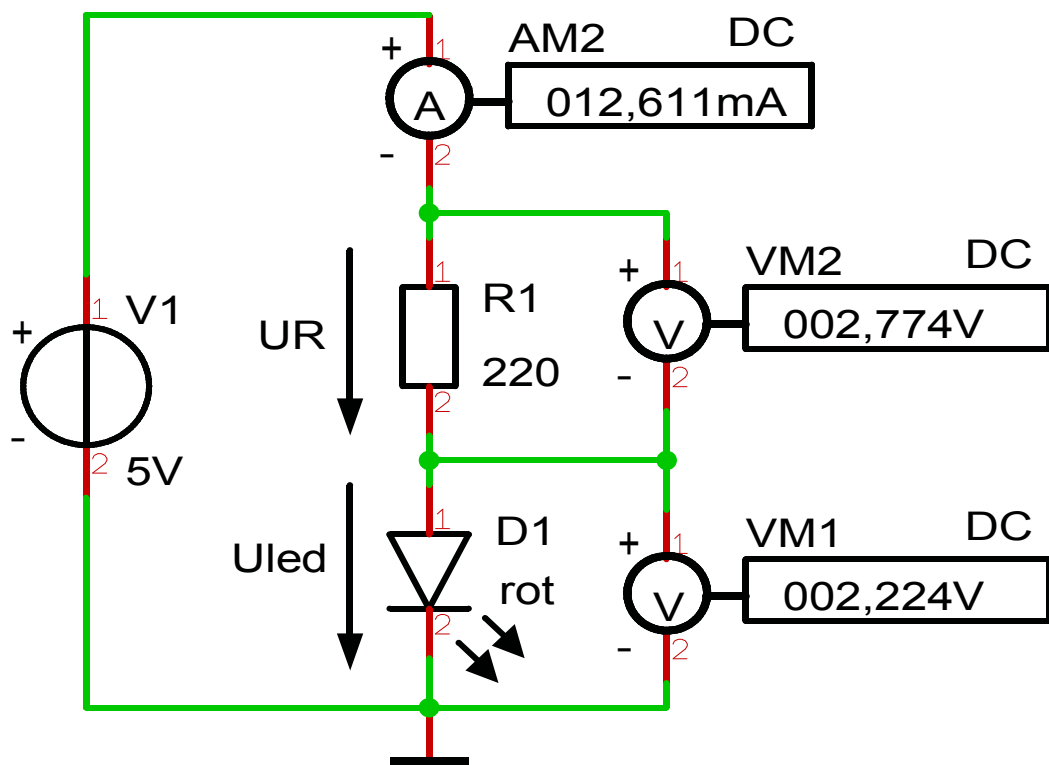
Die Kennlinie erhält man mit einer DC-Analyse.



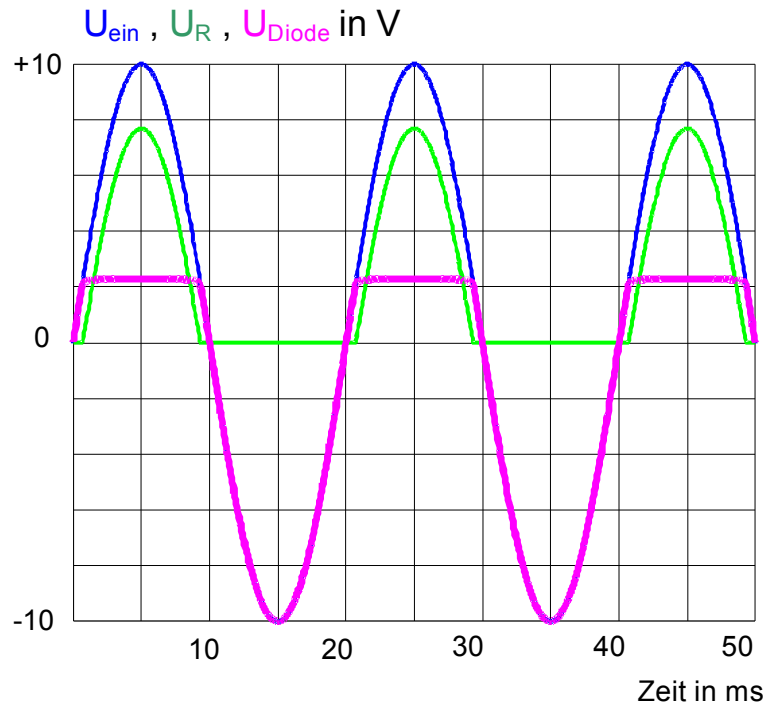
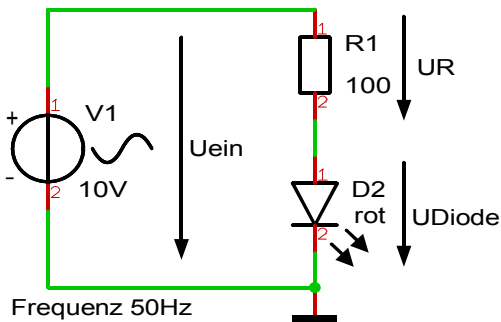
Probe:  
Strom, auf den Bauteilanschluss klicken

Hinweis: die Durchlass-Spannung läßt sich im Modell mit der Größe IS ändern.

## LED an Gleichspannung



## LED an Wechselfspannung ohne Schutzdiode

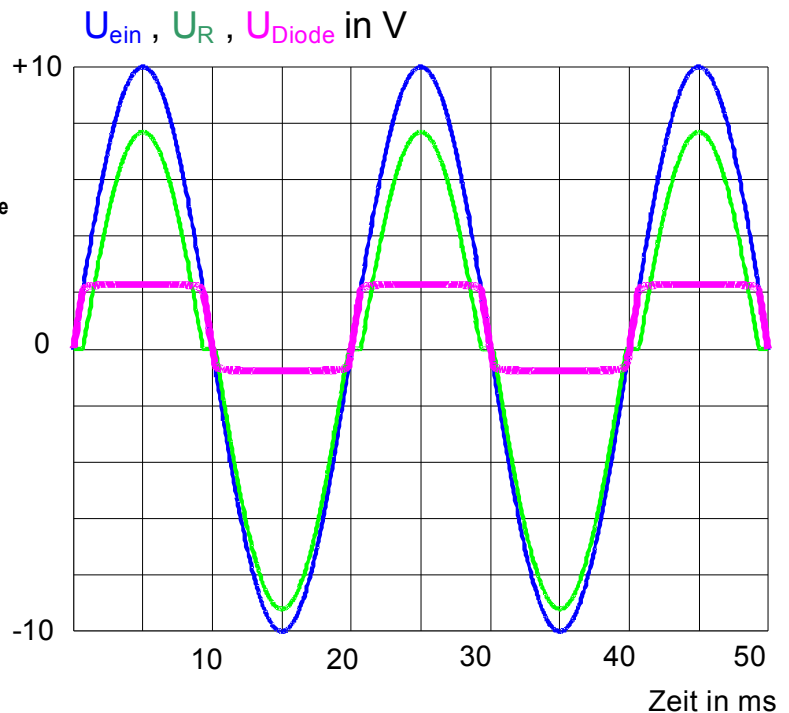
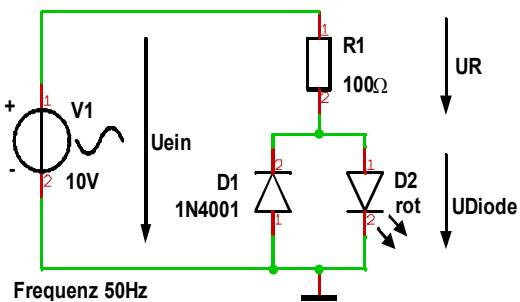


Die LED wirkt wie ein Gleichrichter. Am Widerstand sieht man die typische pulsierende Gleichspannung.

Während den positiven Halbwellen leuchtet die LED und begrenzt die Spannung auf ca. 2,2V

Während den negativen Halbwellen sperrt die LED und muss die gesamte negative Spannung von – 10V aufnehmen. dies kann auf Dauer zur Zerstörung der LED führen

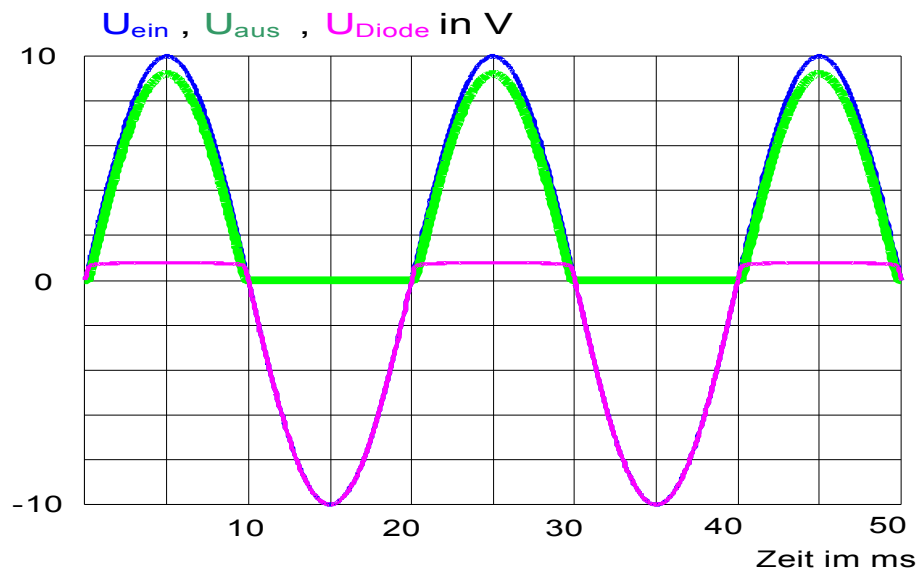
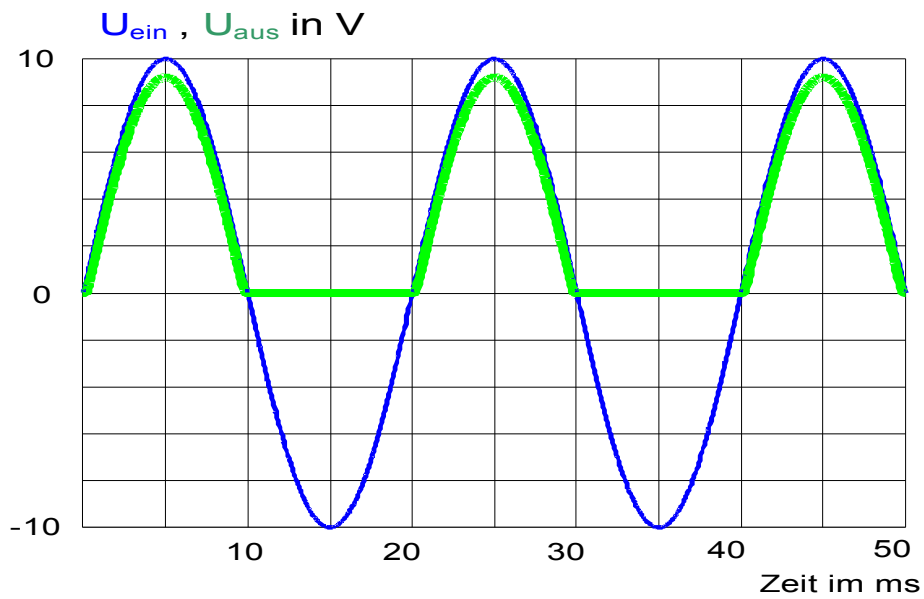
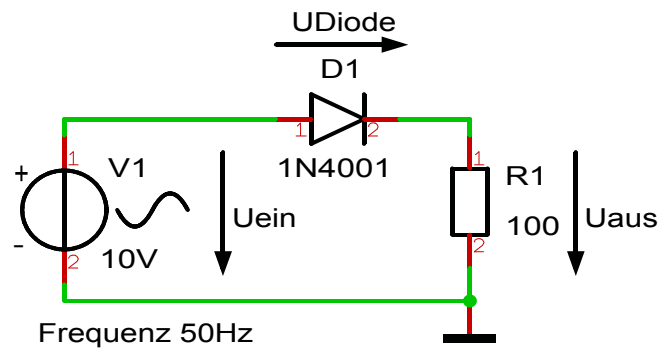
## LED an Wechselfspannung mit Schutzdiode



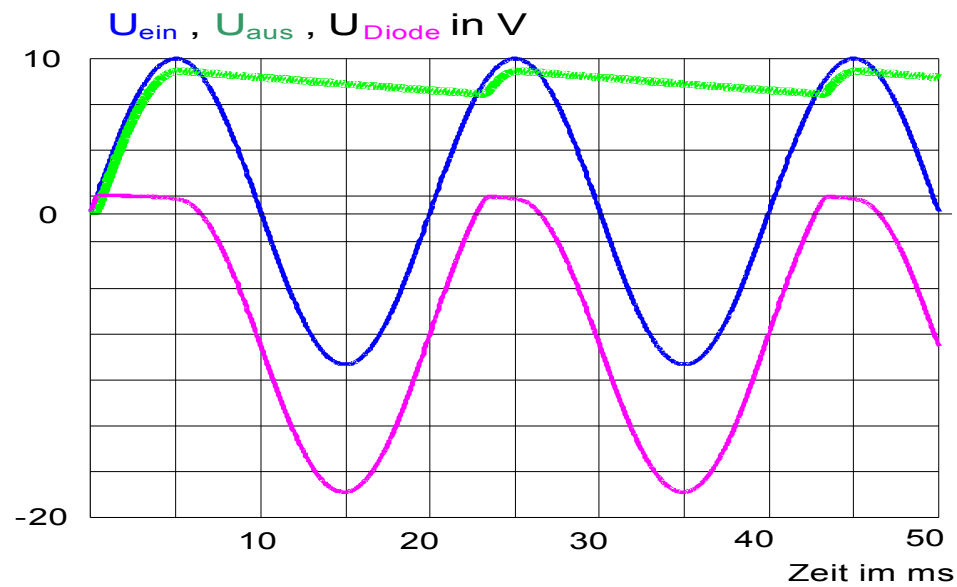
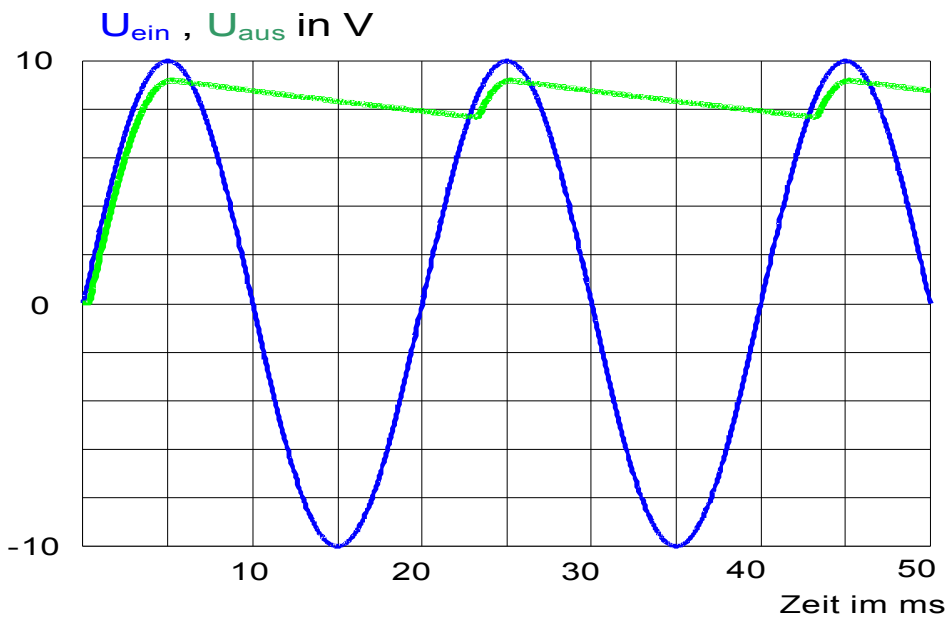
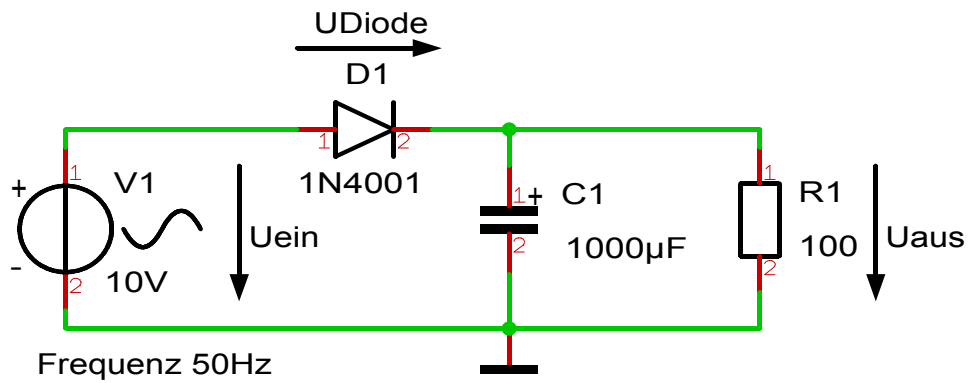
Die LED leitet bei der positiven Halbwellen und begrenzt die Spannung auf 2,2V.

Die Diode leitet bei der negativen Halbwellen und begrenzt die Spannung auf 0,7V. Dadurch schützt sie die LED vor zu großen negativen Spannungen.

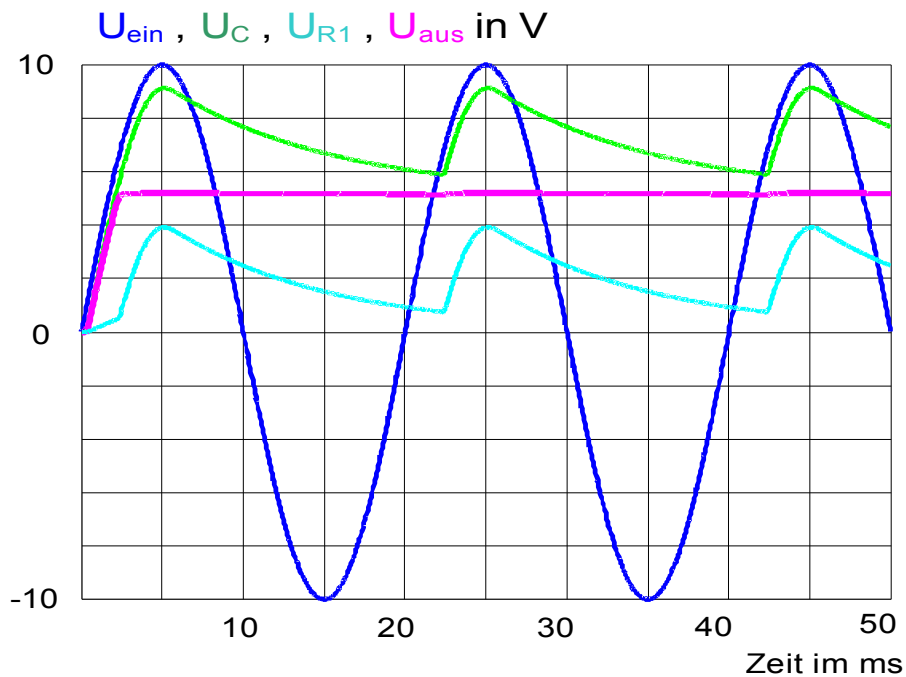
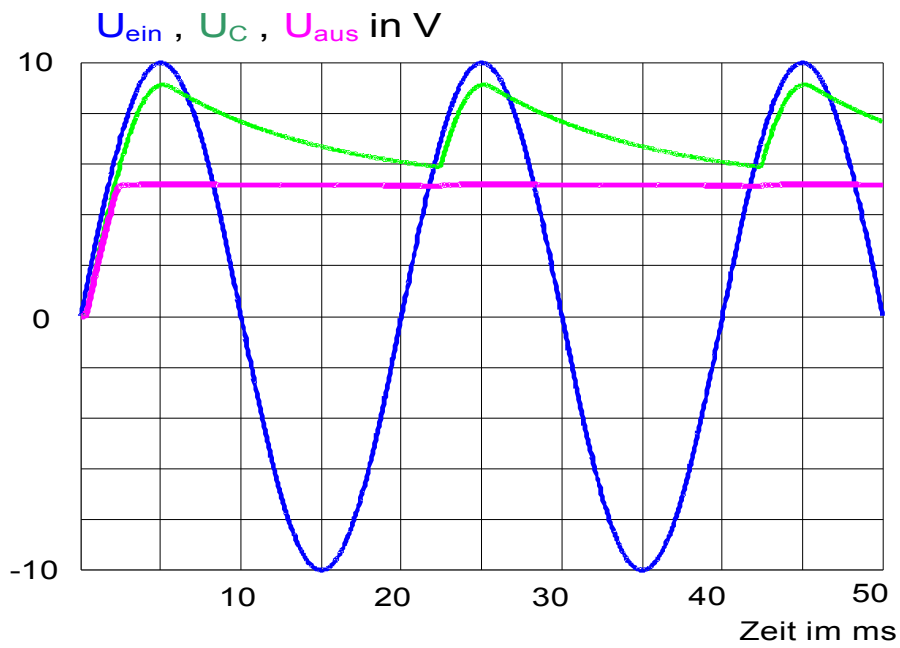
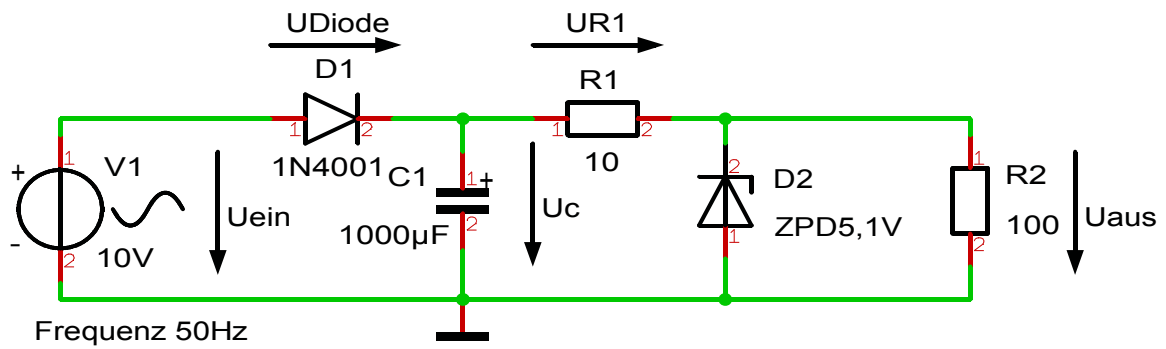
# Einweggleichrichter ohne Kondensator



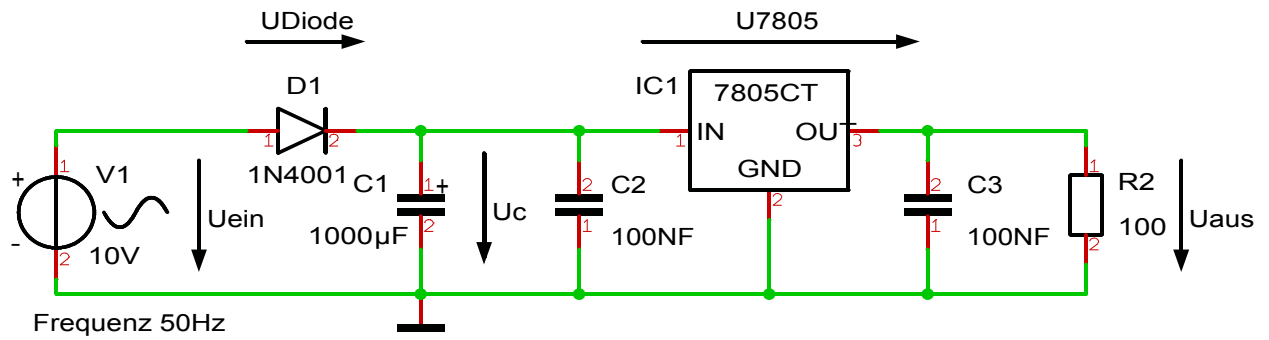
# Einweggleichrichter mit Kondensator



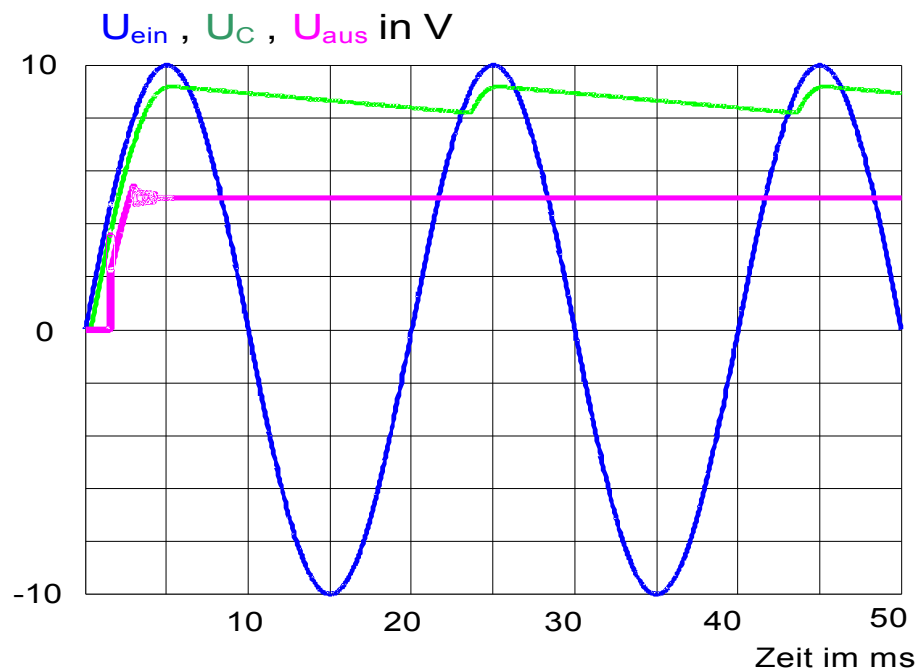
## Gleichrichterschaltung mit Z-Dioden-Stabilisierung



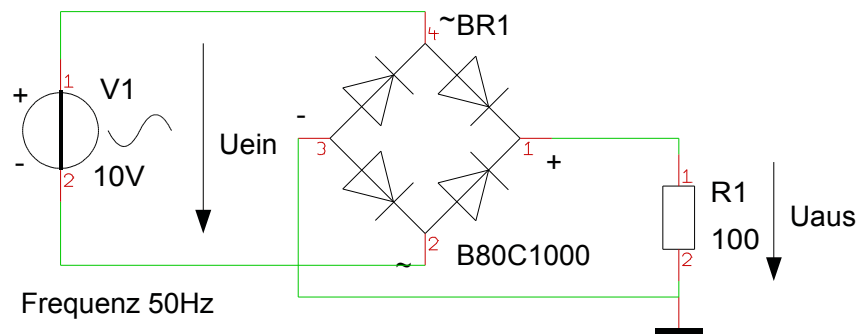
## Einweggleichrichter mit Spannungsregler 7805



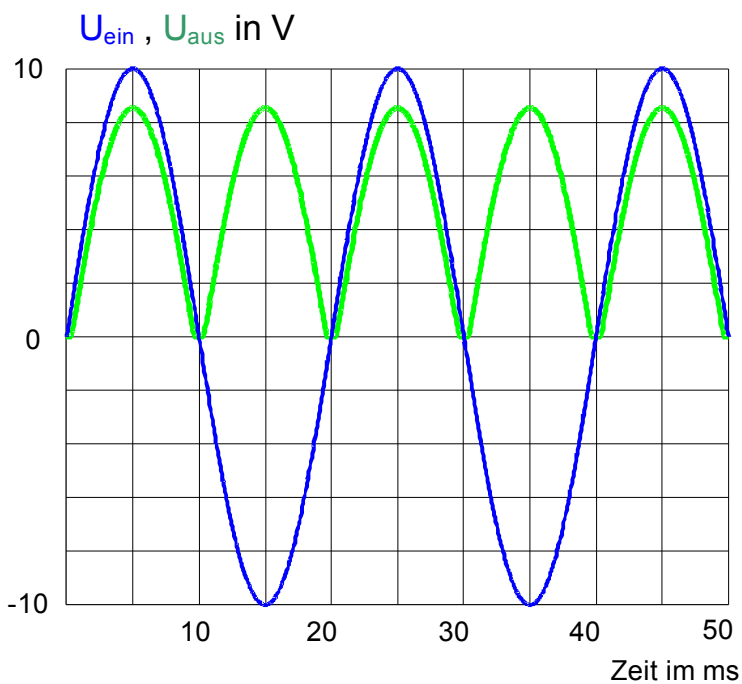
Hinweis: Lässt man die beiden 100nF-Kondensatoren weg, so werden die im Diagramm sichtbaren Einschwingvorgänge deutlich stärker. Die Kondensatoren dienen der Schwingungsunterdrückung. Schwingungen können immer auftreten, wenn die Größe der Eingangsspannung oder die Belastung am Ausgang schwankt.



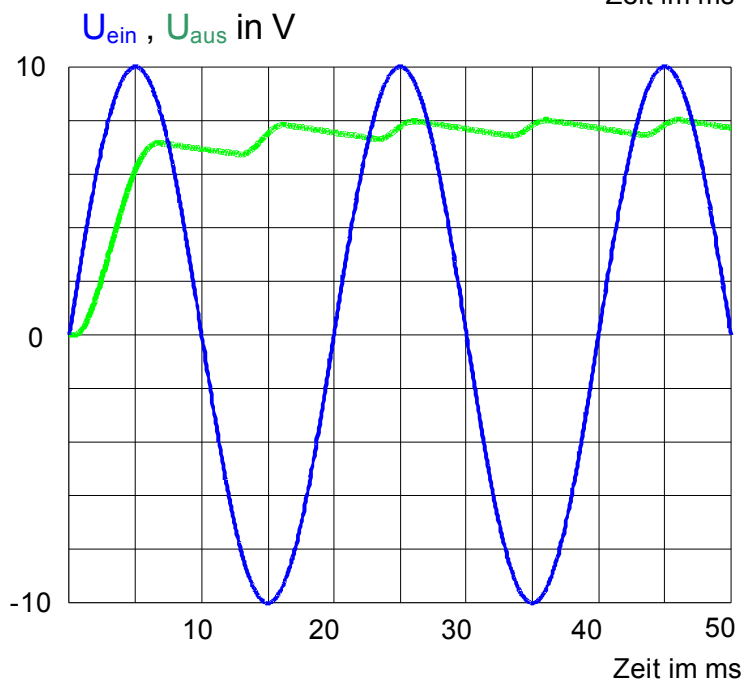
## Zweiweggleichrichter



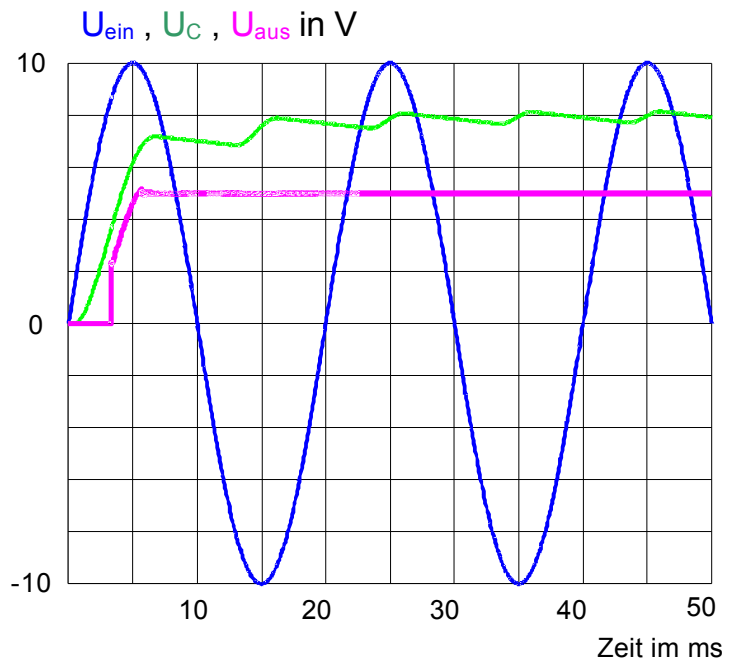
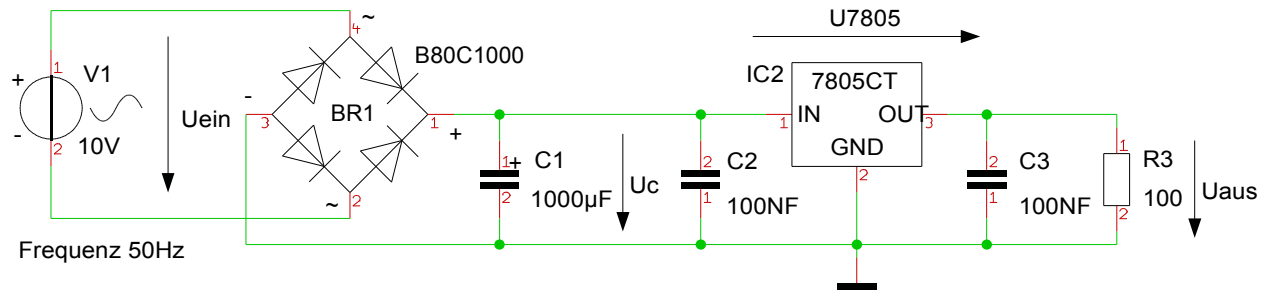
### ohne Kondensator



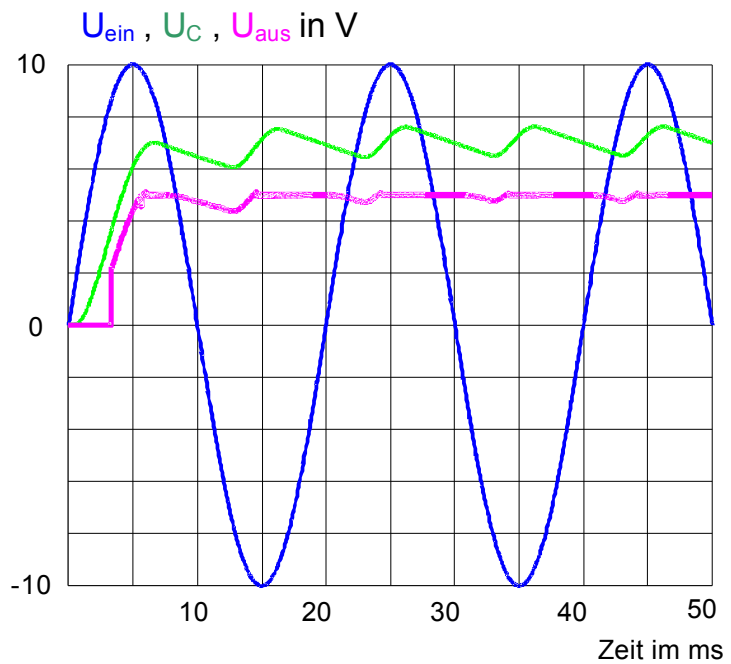
### mit Kondensator



## Zweiweggleichrichter mit Spannungsregler



Lastwiderstand zu klein  
bzw. Eingangsspannung zu klein  
bzw. Kondensator zu klein



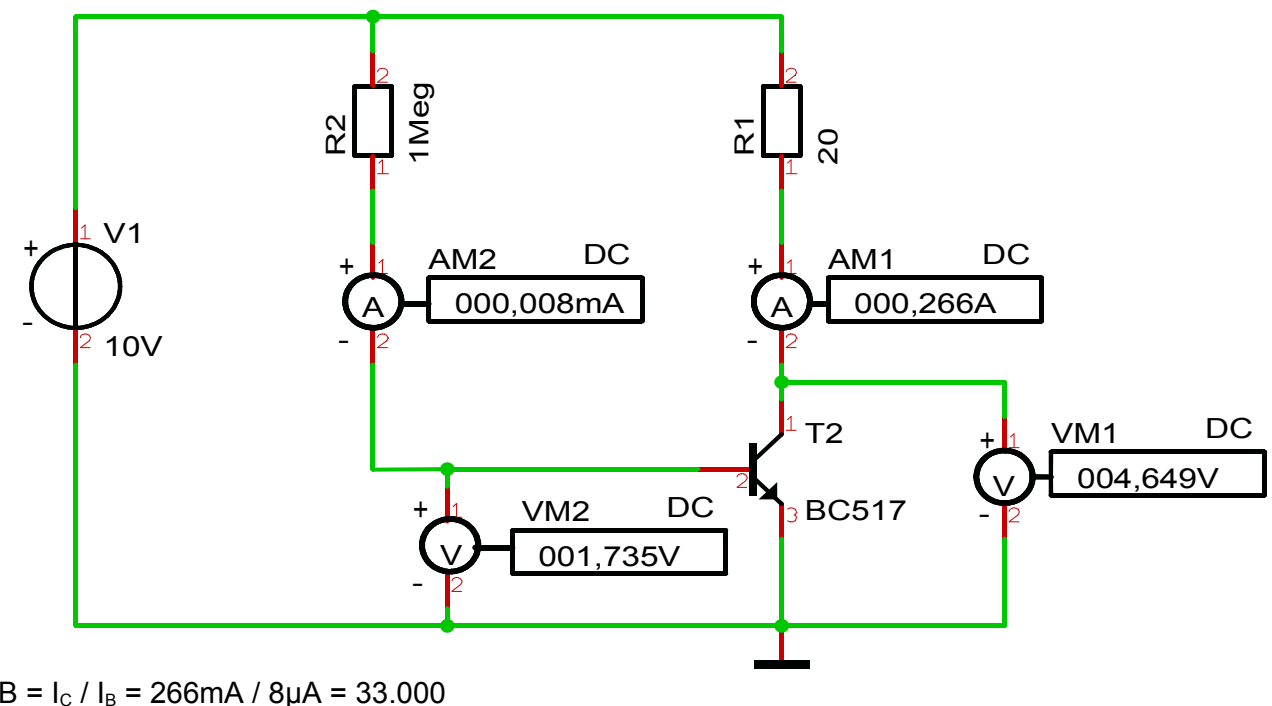
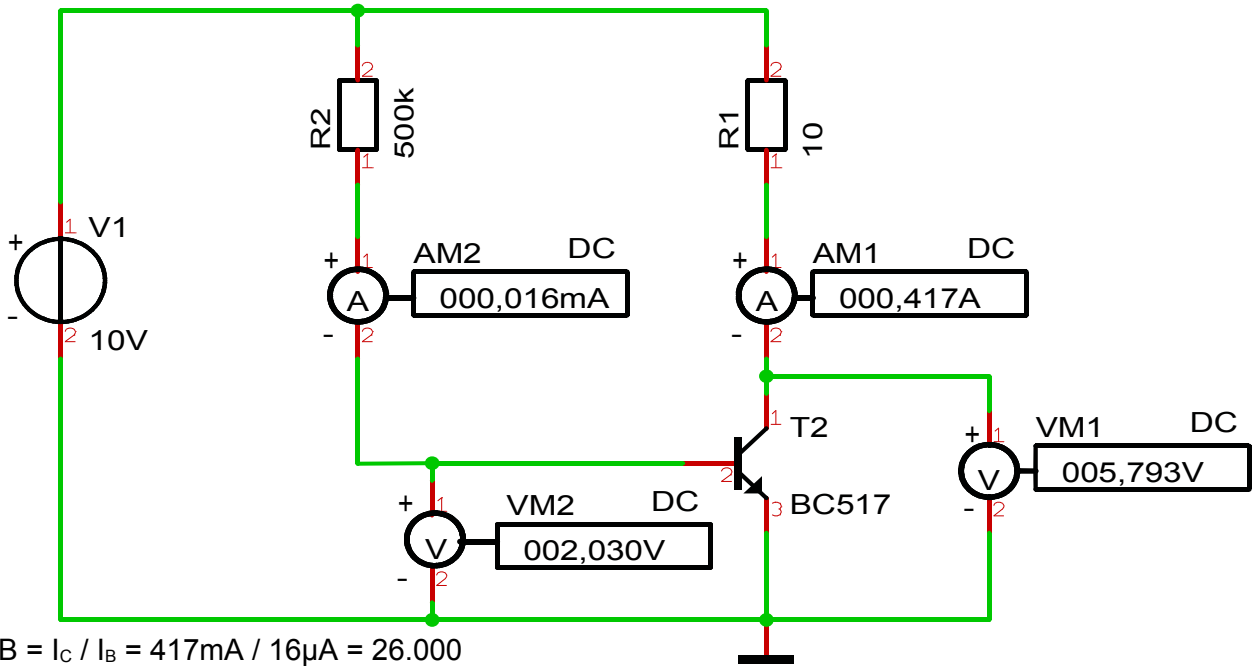
## Transistorschaltung : Bestimmung von B

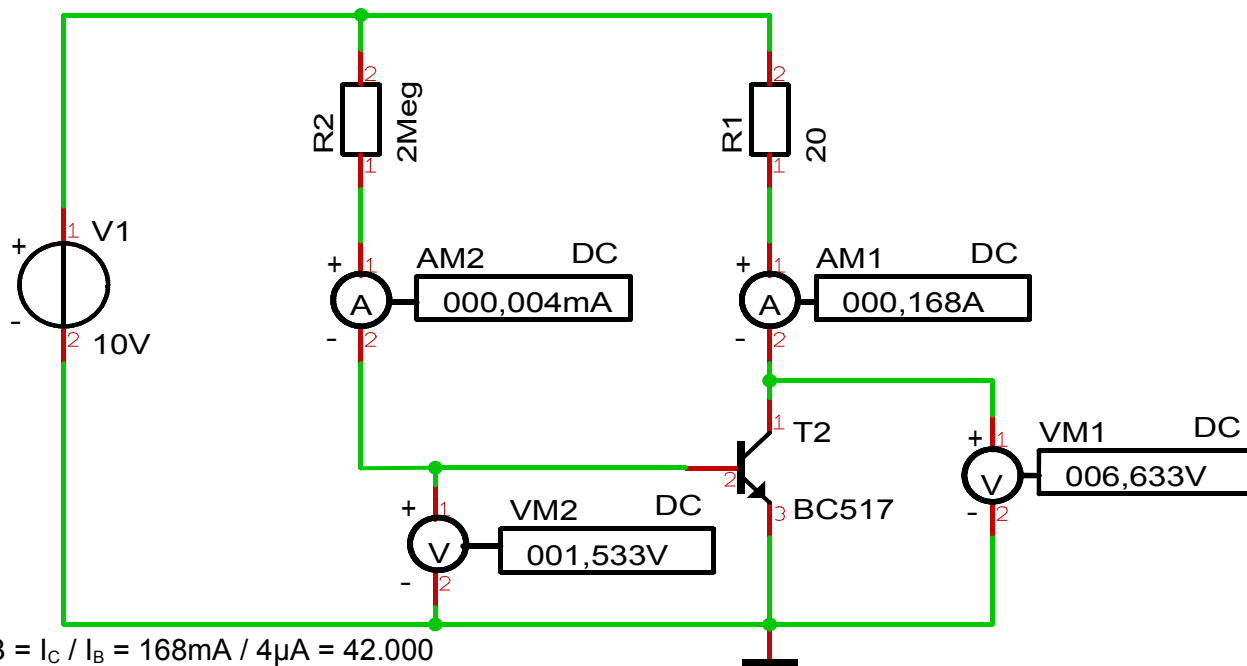
Bei der messtechnischen Bestimmung des Gleichstromverstärkungsfaktors B werden  $B = \frac{I_C}{I_B}$  Kollektorstrom und Basisstrom gemessen und anschließend der Quotient gebildet.

Es ist jedoch zu beachten, dass der Transistor auf keinen Fall übersteuert sein darf. D.h. die Größe des Kollektorstromes muss vom Basisstrom abhängen und nicht wie bei der Übersteuerung von der Größe des Kollektorwiderstandes!

Daher wird auch  $U_{CE}$  gemessen. Ist  $U_{CE}$  deutlich größer als  $U_{CEsat}$ , so ist der Transistor nicht übersteuert. Bei dem Darlingtontransistor BC517 beträgt  $U_{CEsat} \approx 1V$ .

Die Stromverstärkung ist außerdem abhängig von der Größe des Kollektorstromes. Daher werden einige „Messungen“ bei unterschiedlichen Kollektorströmen durchgeführt.





$$B = I_C / I_B = 168\text{mA} / 4\mu\text{A} = 42.000$$

Laut Datenblatt ergibt sich folgender Verlauf von B

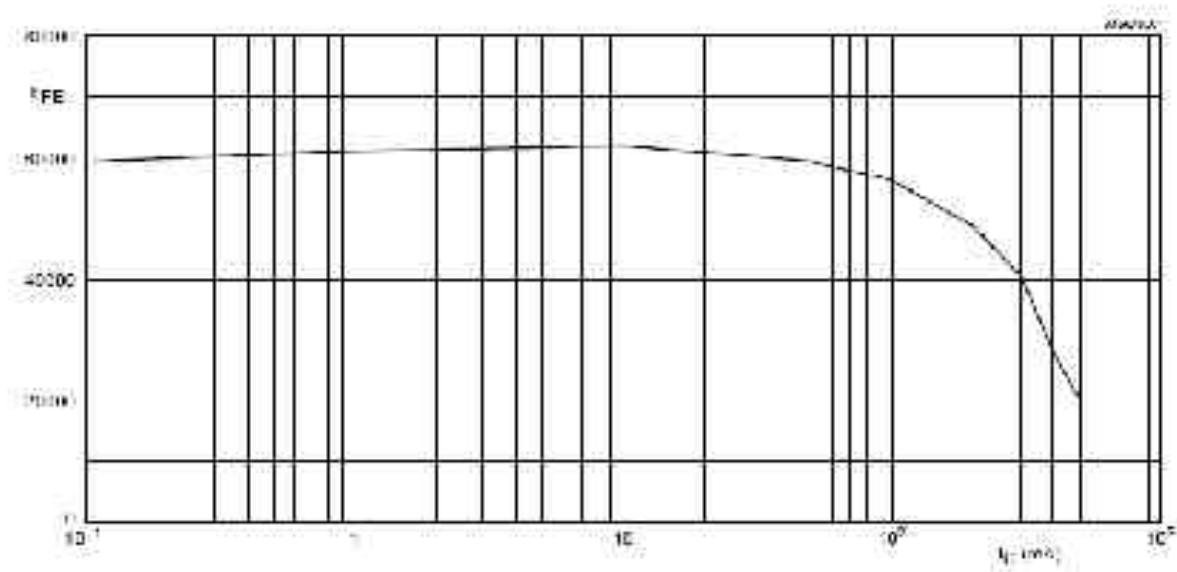
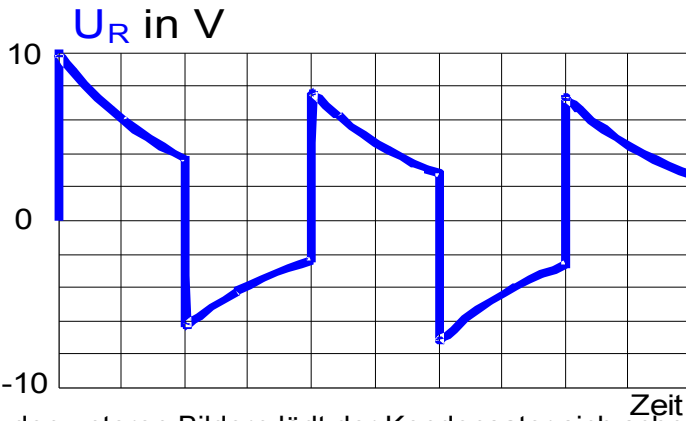
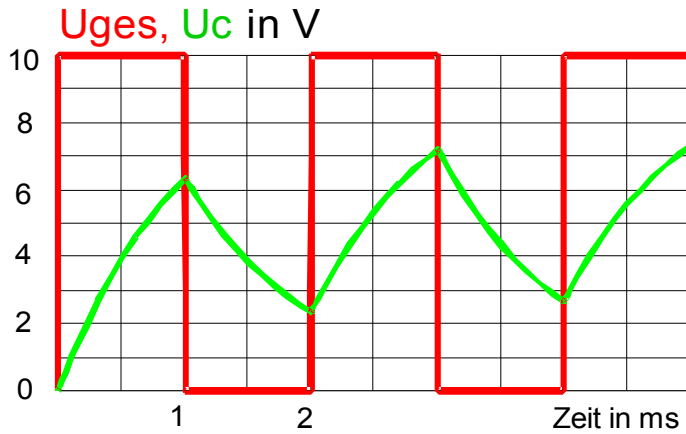
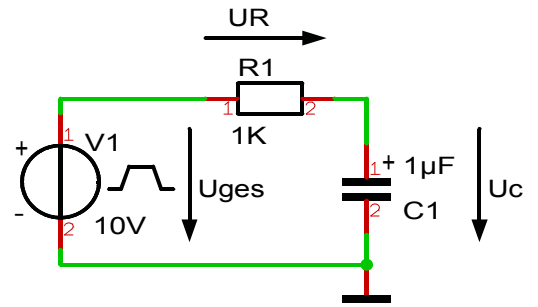
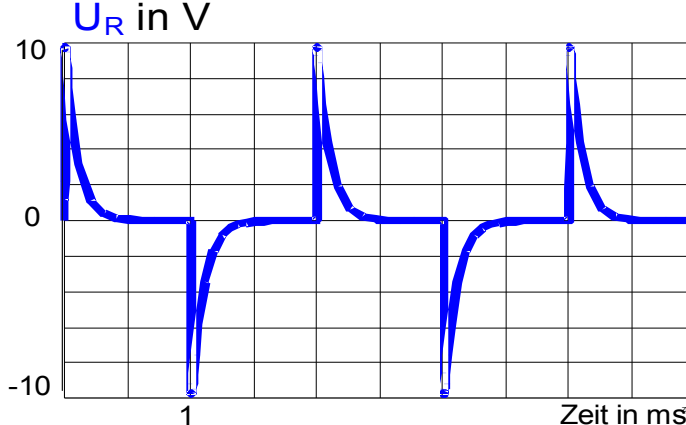
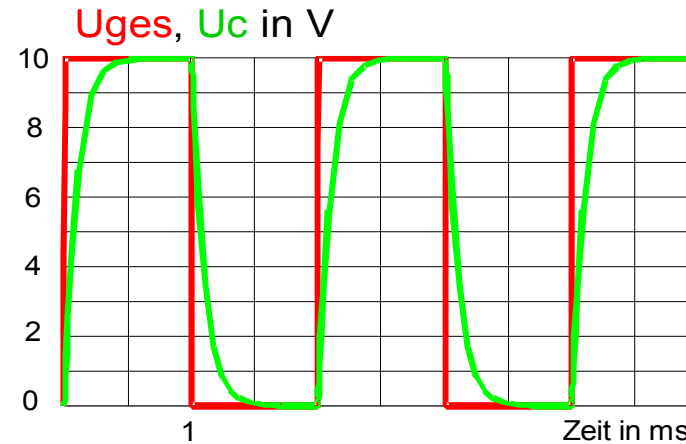


Fig 2 DC current gain, typical values

# Kondensator-Auf- und Entladung

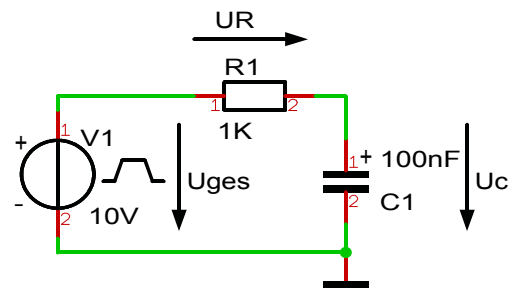


In den unteren Bildern lädt der Kondensator sich schneller auf, weil die Kapazität kleiner ist.



Impulszeit = 1ms  
Periodendauer = 2ms

Die Schaltung mit  $R = 1k\Omega$  und  $C = 1\mu F$  besitzt eine Zeitkonstante von  $\tau = 1ms$ .  
Im linken oberen Bild hat sich der Kondensator nach 1ms auf 6,3V aufgeladen.

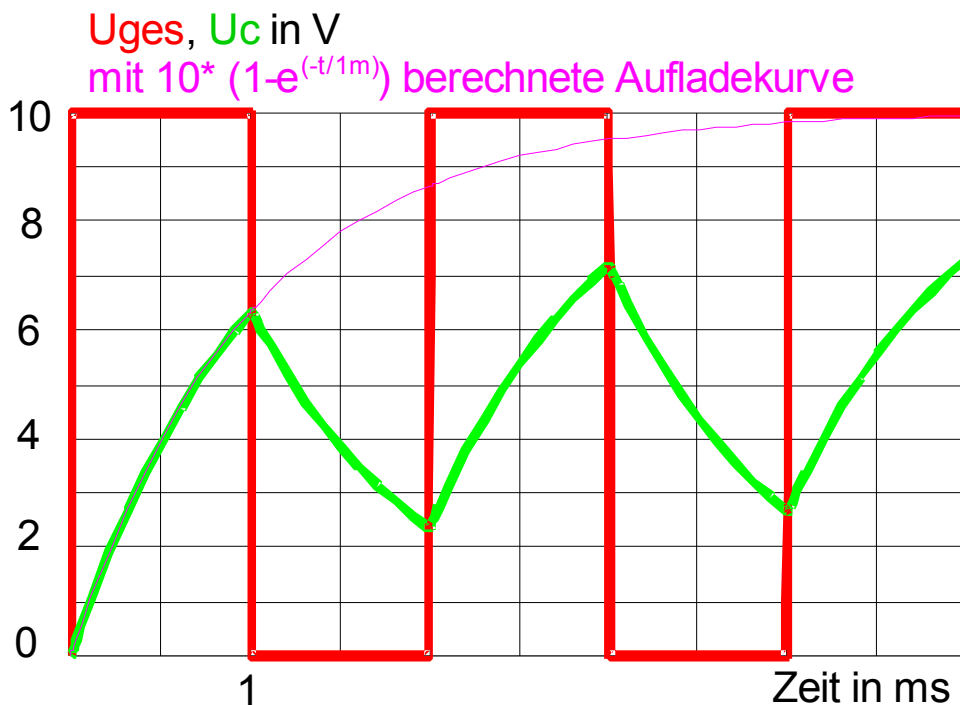


Impulszeit = 1ms  
Periodendauer = 2ms

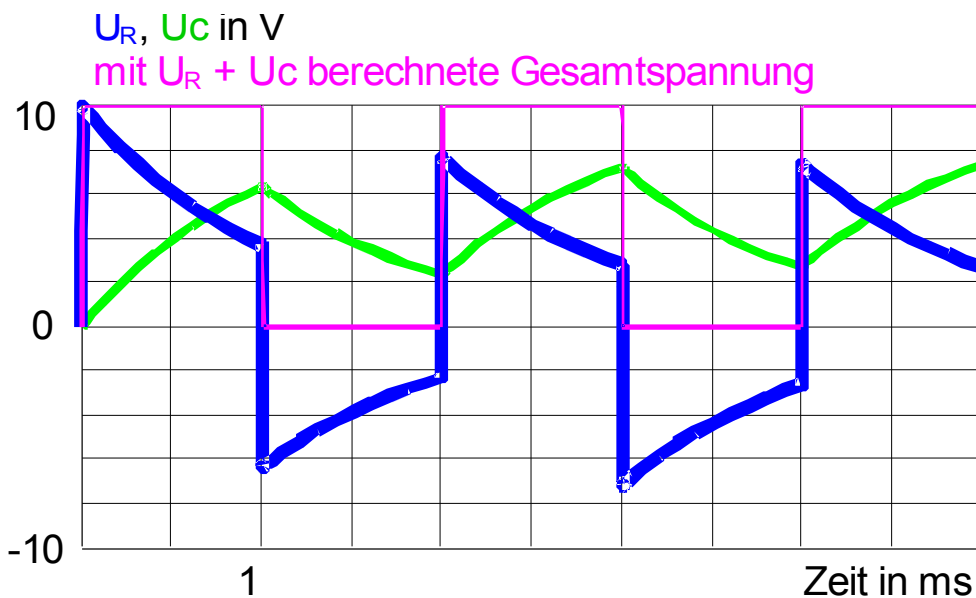
### Überprüfung der Formel der Aufladekurve:

$$U = U_{\max} * (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

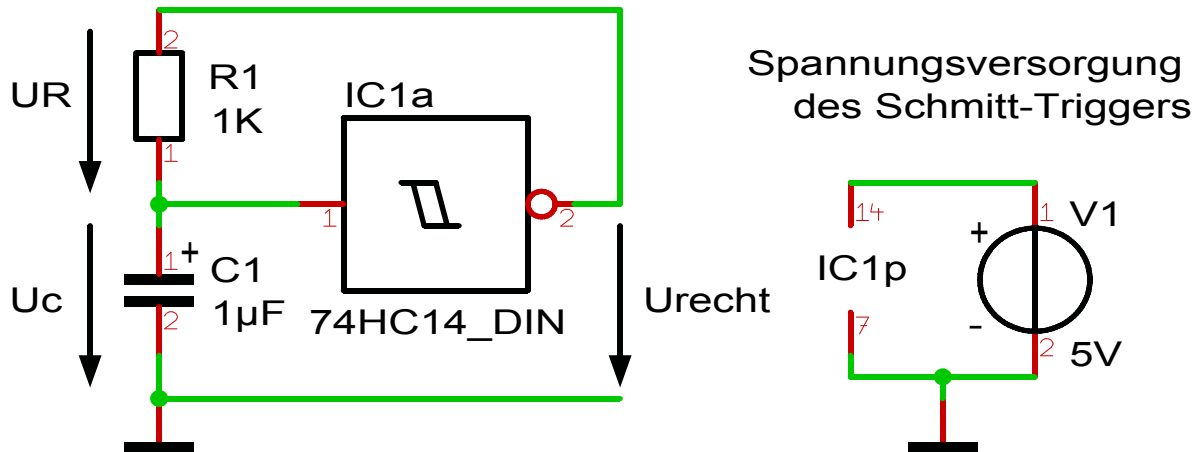
Im Graphenrechner eingeegebene Funktion:  $10 * (1 - \exp(-t/1m))$   
 wobei hier  $U_{\max} = 10V$  und  $\tau = 1ms$  ist.



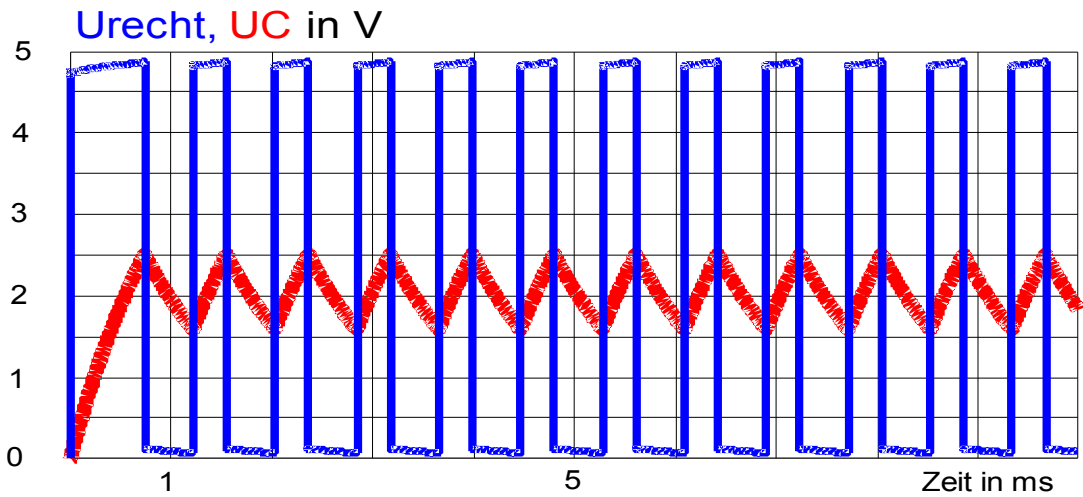
### Überprüfung von $U_{ges} = U_R + U_C$ mit dem Graphenrechner



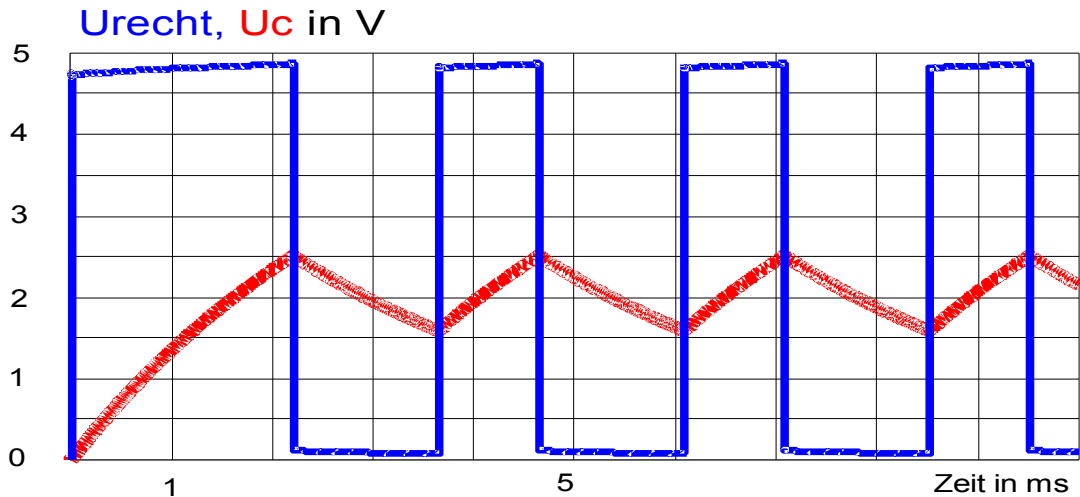
### RC-Rechteckgenerator



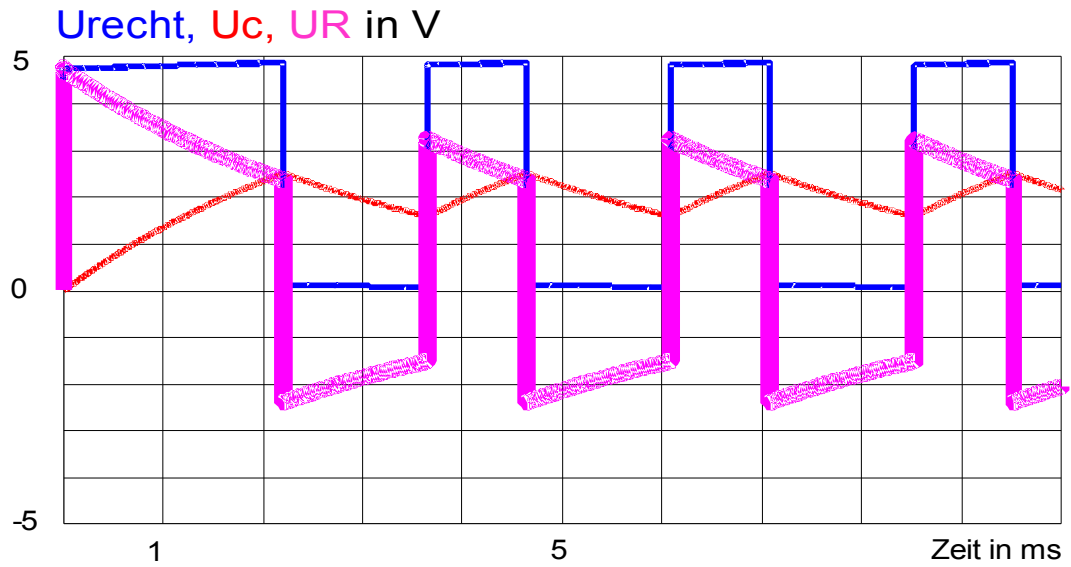
Die Schaltschwellen des Schmitt-Triggers lassen sich am TARGET 3001!-Oszilloskop ablesen, wenn man bei Bearbeiten den Cursor an den Graphen hängt. (Werte x, y am unteren Bildrand)  
 obere Schaltschwelle: 2,5V      untere Schaltschwelle: 1,6V



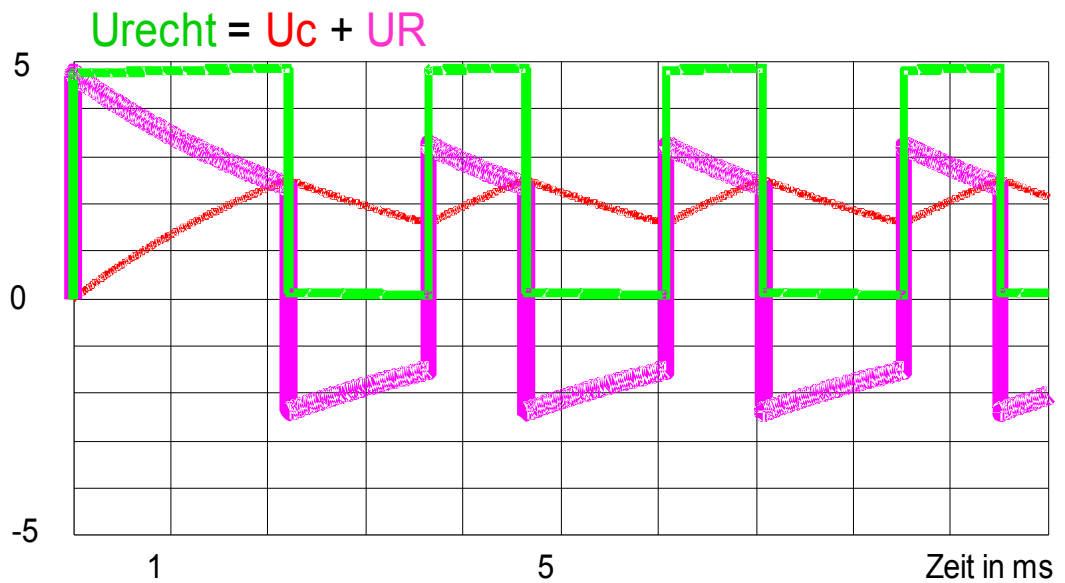
Mit  $C = 3\mu\text{F}$  lädt sich der Kondensator langsamer auf, daher werden die Schaltschwellen des Schmitt-Triggers später erreicht und die Frequenz sinkt



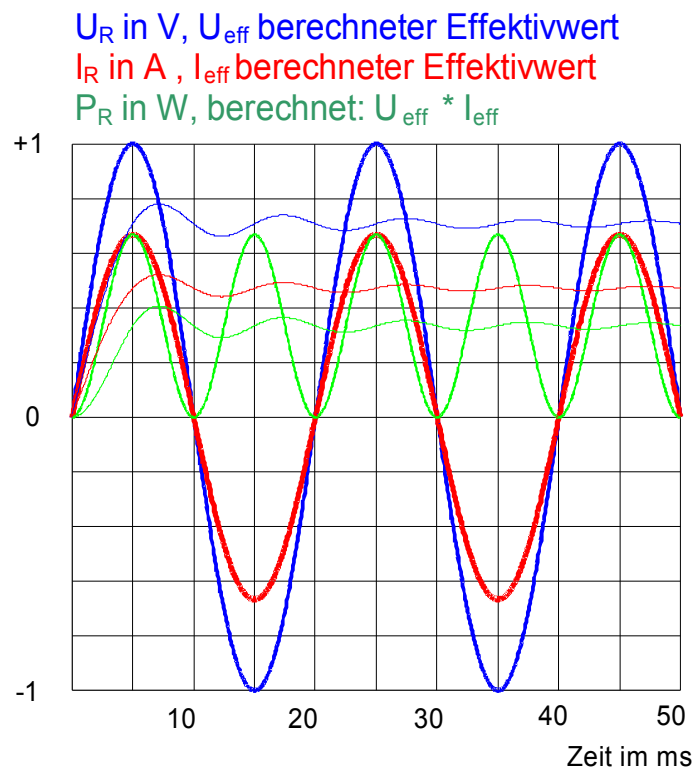
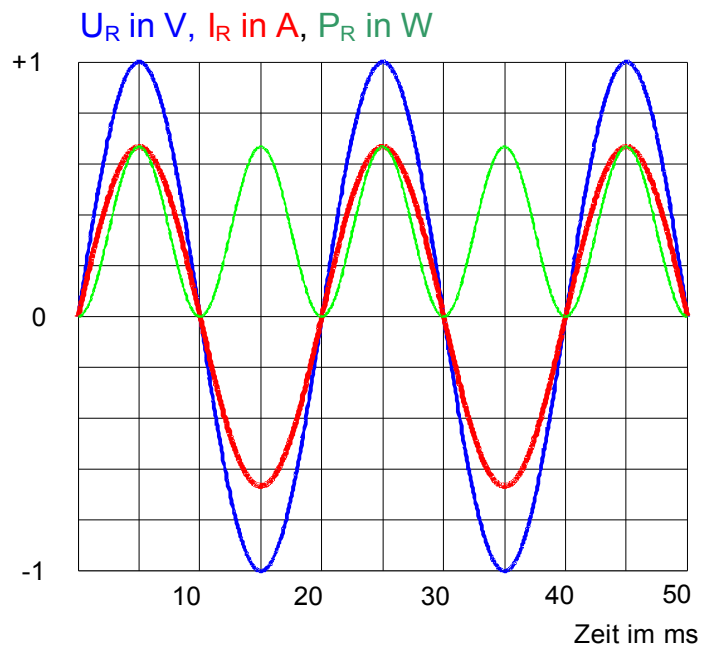
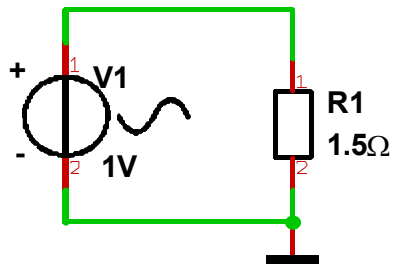
zusätzlich wird die Spannung über dem Widerstand gemessen:



Mit dem Graphenrechner durchgeführte Addition von U<sub>c</sub> und U<sub>R</sub> ergibt Urecht  
 -> Beweis: die Summe der Spannungen U<sub>c</sub> und U<sub>R</sub> ergibt zu jedem Zeitpunkt Urecht

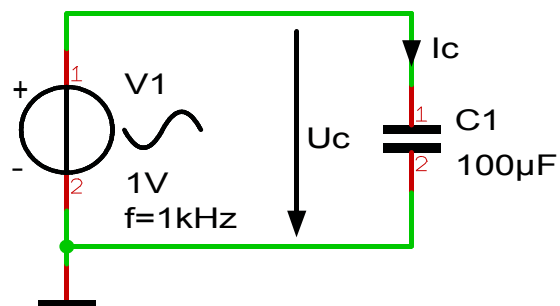


## Widerstand an Wechselfspannung



## Kondensator an Wechselspannung

Eine Quelle liefert eine sinusförmige Wechselspannung mit  $U = 1V$  bei  $f = 1kHz$ .



mit  $U(t)$  und  $I(t)$   
mit Transientenanalyse

### Phasenverschiebung

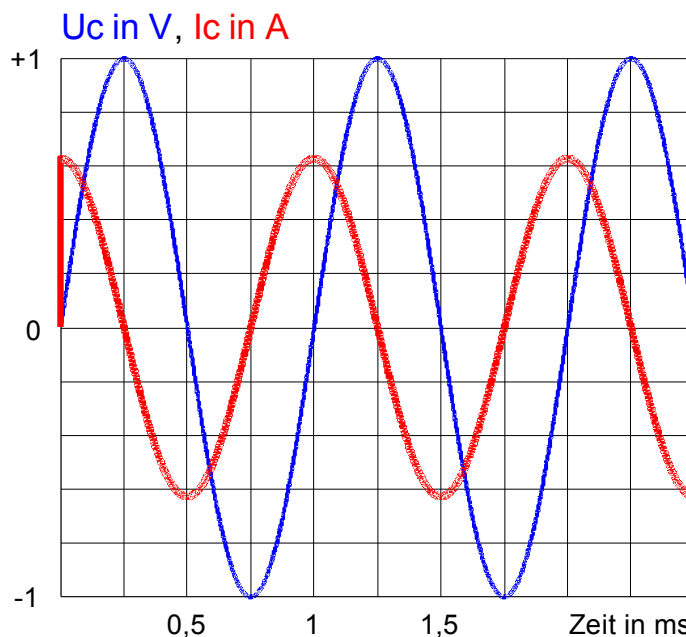
Im Oszillogramm ablesbar:

Der Strom eilt der Spannung um  $90^\circ$  voraus.

Änderung des Kondensators auf z.B.  $200 \mu F$ :

Der Strom steigt.  
 $C \uparrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow X_c \downarrow$  weil  $X_c = U / I$

$$\Rightarrow X_c \sim 1/C$$



### Änderung der Frequenz auf $f = 500 Hz$

Im Oszillogramm ablesbar:

Der Strom eilt der Spannung um  $90^\circ$  voraus.

Der Strom sinkt.

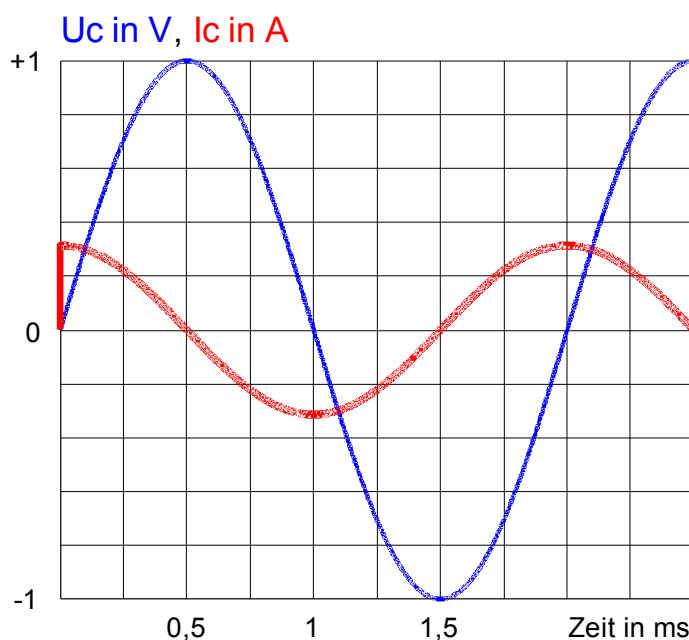
$f \downarrow \rightarrow I \downarrow \rightarrow X_c \uparrow$  weil  $X_c = U / I$

$$\Rightarrow X_c \sim 1/f$$

$$\Rightarrow X_c \sim 1/C \cdot f$$

Hinweis:

Der Kondensator ist so bemessen, dass der Strom im Bereich zwischen  $0,5$  und  $1 A$  liegt, da das Oszilloskop in TARGET 3001! nur eine Skale aufweist und Ströme kleiner als  $0,5A$  nicht mehr sinnvoll dargestellt werden.

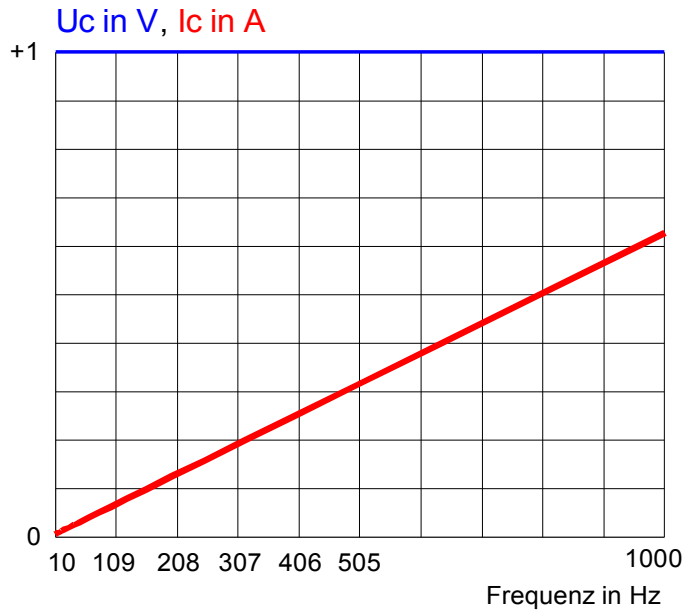


### AC-Analyse

Mit der AC-Analyse kann man die Abhängigkeit des Strom und der Spannung von der Frequenz sehen:

Achtung: auf der X-Achse steht jetzt die Frequenz f

$f \uparrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow X_c \downarrow$  weil  $X_c = U / I$



### Berechnung von Xc mit dem Graphenrechner:

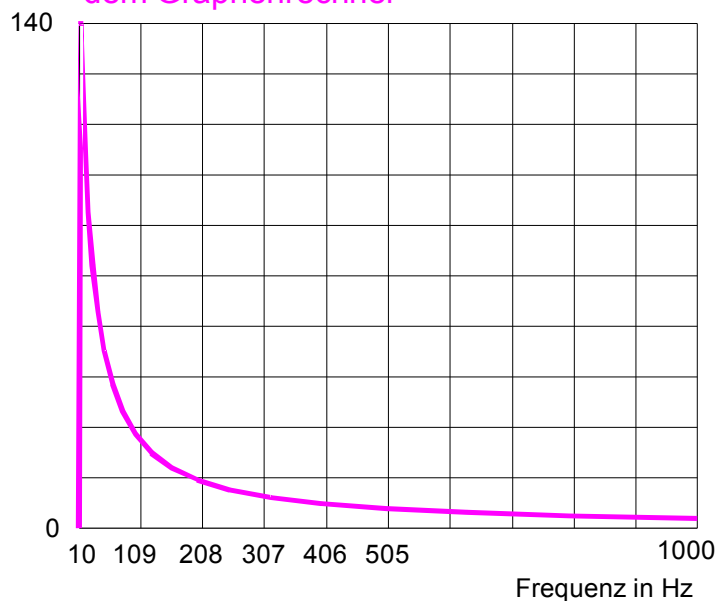
Im Graphenrechner

- Neu (analog) -Button
- Effektivwert-Button
- bei Graph: Spannung wählen
- im Eingabefeld ans Ende der Klammer gehen
- / für geteilt durch
- Effektivwert-Button
- Graph Strom wählen
- OK



### Abhängigkeit des Blindwiderstandes Xc von der Frequenz

Xc = Ueff / Ieff berechnet mit dem Graphenrechner

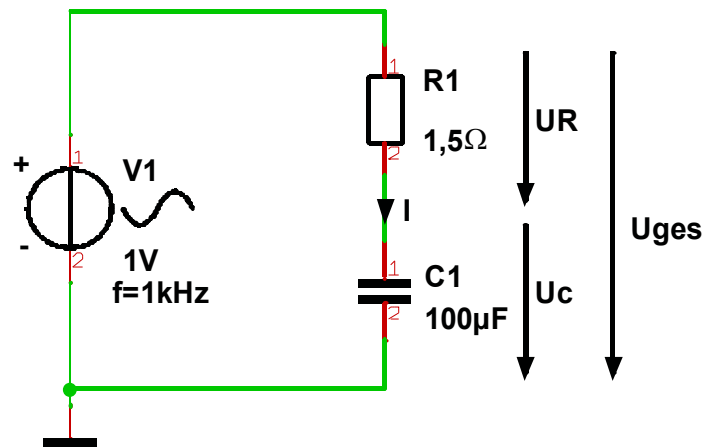


## RC-Reihenschaltung

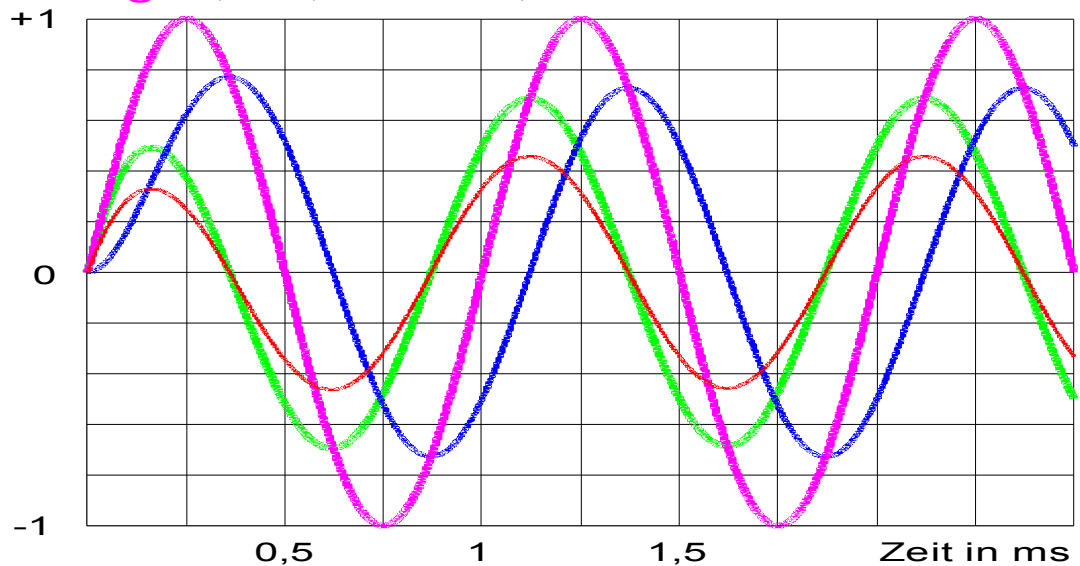
Reihenschaltung aus  $R = 1,5\Omega$  und  $C = 100\mu\text{F}$  wird an Wechselspannung  $U = 1\text{V}$ ,  $f = 1\text{kHz}$  angeschlossen

Aus dem Oszillogramm lässt sich ablesen:

- Einschwingvorgang bis ca. 0,3 ms
- $U_R$  und  $I$  sind phasengleich
- $U_R$  und  $U_C$  sind  $90^\circ$  phasenverschoben
- Die Summe aus  $U_R$  und  $U_C$  ergibt  $U_{\text{ges}}$

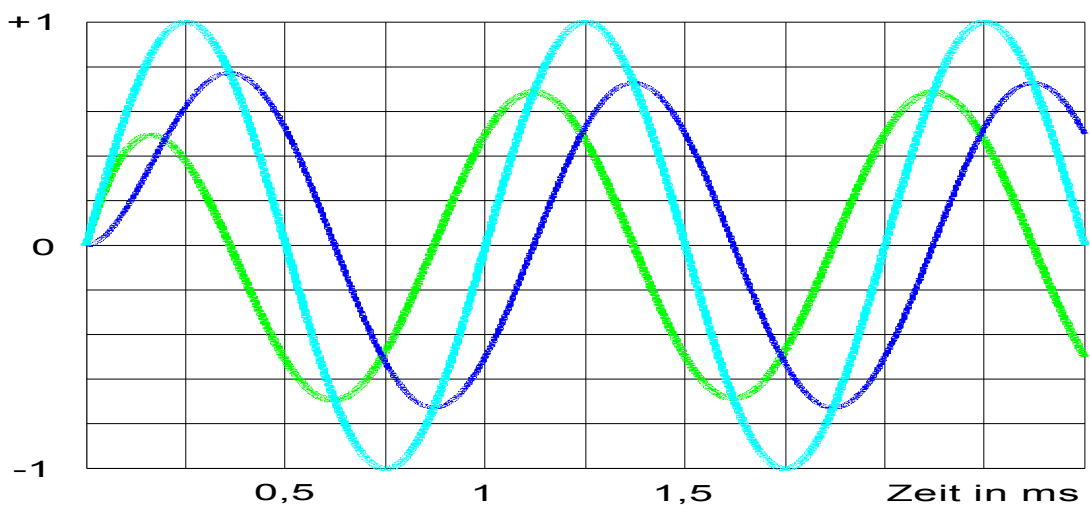


$U_{\text{ges}}, U_C, U_R$  in V,  $I$  in A



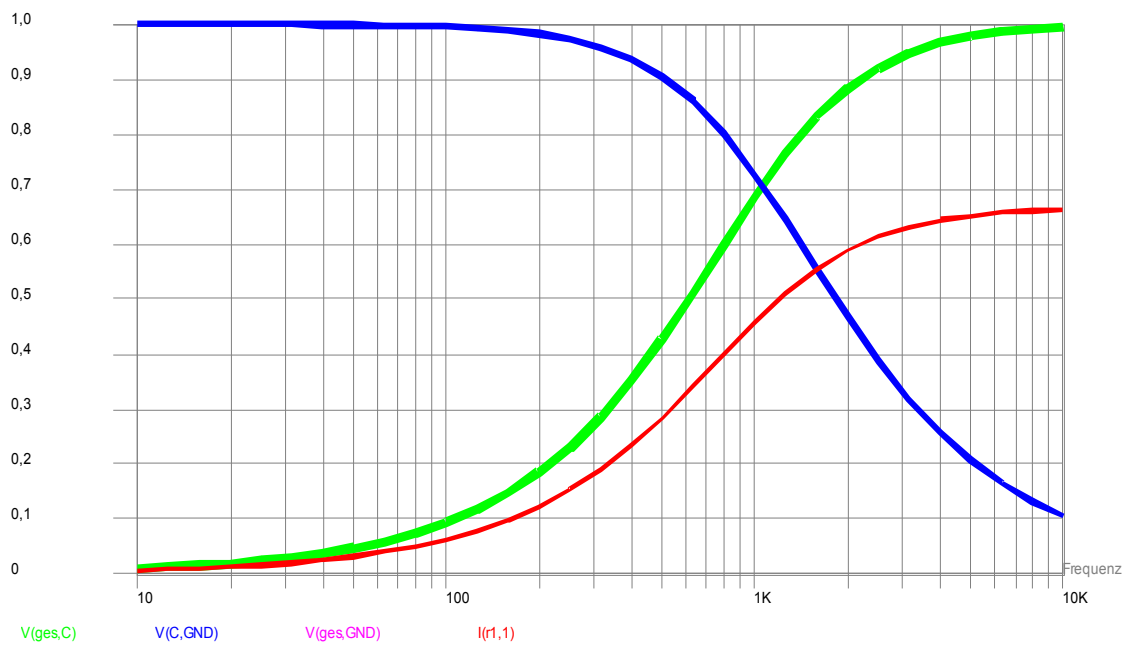
$U_{\text{ges}} = U_C + U_R$  berechnet mit dem Graphenrechner:

$U_C, U_R$  in V,  $U_{\text{ges}} = U_C + U_R$  berechnet mit Graphenrechner



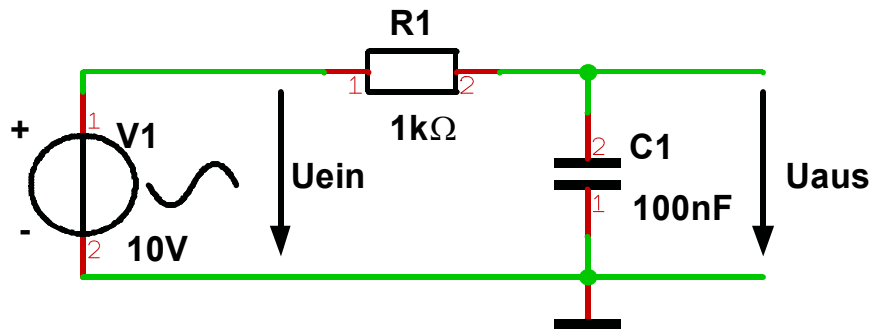
## Frequenzabhängigkeit von U und I

$U_{ges}$ ,  $U_C$ ,  $U_R$  in V, I in A

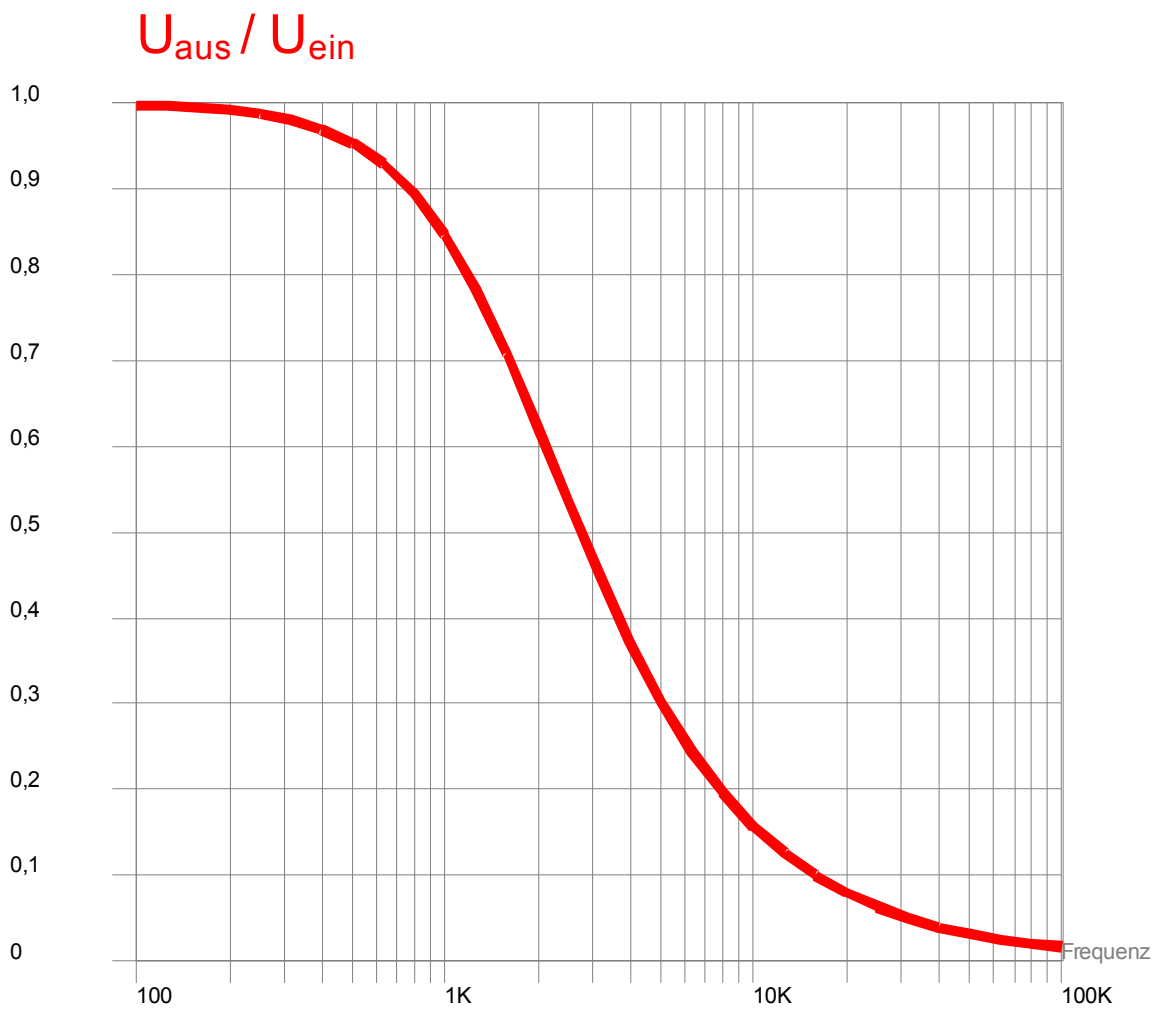


- logarithmische Frequenzachse!
- leider sind die Linien nicht logarithmisch eingeteilt
- man erkennt das typische Tiefpass-Verhalten von  $U_C$
- und das Hochpass-Verhalten von  $U_R$

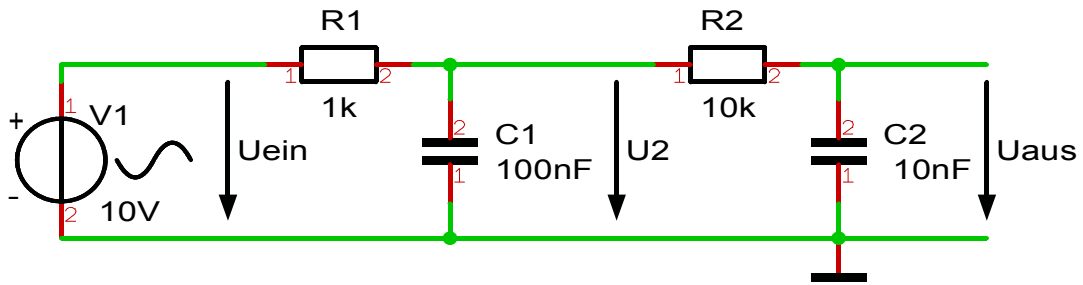
## einfacher RC-Tiefpass



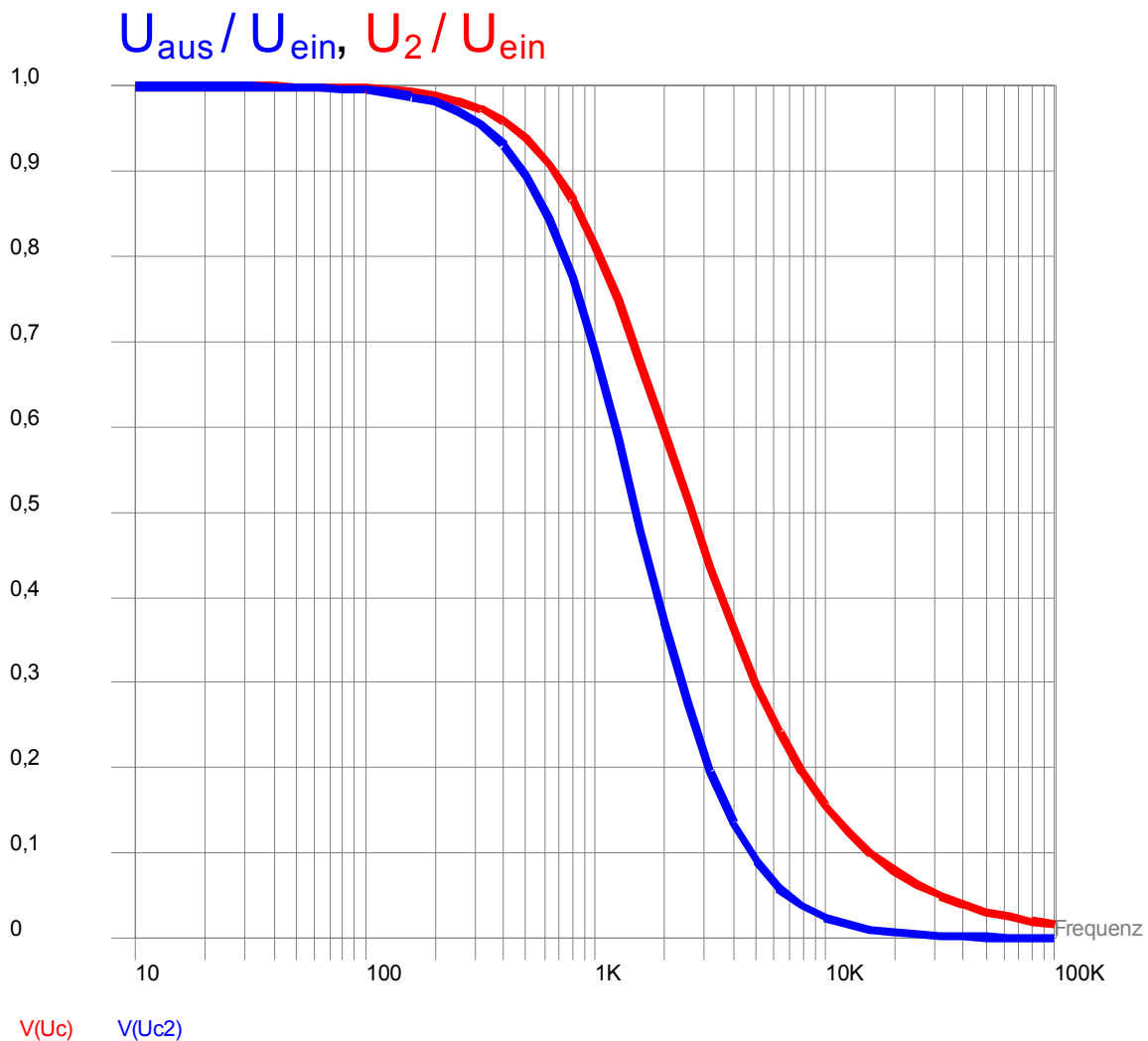
Grenzfrequenz mit dem Cursor im Oszilloskop-Fenster ablesen!



## verbesserter Tiefpass



Schaltet man 2 Tiefpässe, die scheinbar die gleiche Grenzfrequenz besitzen, hintereinander, so wird erhält man einen steilen Abfall der Kurve, also einen „besseren“ Tiefpass. Die Grenzfrequenz ändert sich jedoch von ca. 1,5kHz auf 960 Hz. Beide Werte kann man im Oszilloskop-Fenster ablesen, wenn man bei „Bearbeiten“ den Cursor nacheinander an beide Graphen hängt. Warum das so ist, kann man nach einer Reihen-Parallel-Umwandlung des 2. Filters verstehen.



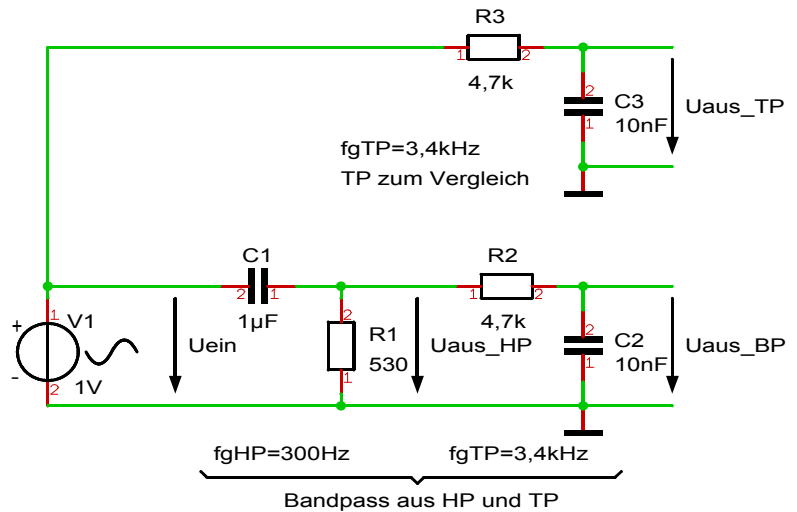
## RC-Bandpass aus HP und TP

Die Reihenschaltung aus RC-Hochpass und RC-Tiefpass bildet einen Bandpass.

Nur wenn das Filter am Ausgang hochohmig gewählt ist gegenüber dem Filter am Eingang lassen sich die Grenzfrequenzen näherungsweise getrennt

berechnen mit  $f_g = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$

Zum Vergleich der Frequenzgänge von Hochpass, Tiefpass und Bandpass ist oben noch ein Tiefpass an die gleiche Spannungsquelle geschaltet.



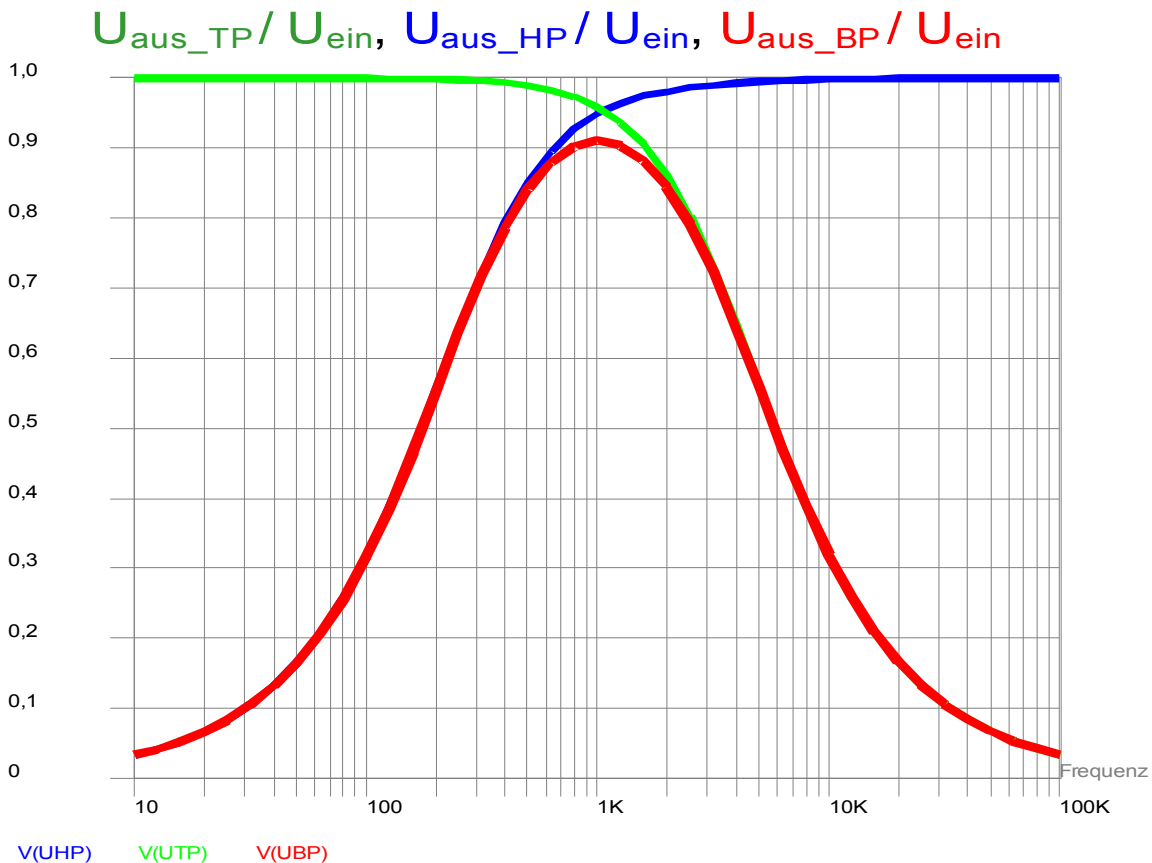
Für die AC-Analyse (Frequenzgang) sind die Größe der Spannung und der Frequenz bei der Quelle ist beliebig. Alle Spannungen werden automatisch auf die Eingangsspannung bezogen, z.B.  $U_{aus\_HP} / U_{ein}$ . Der Frequenzbereich wird im AC-Analyse-Fenster angegeben.

Mit Cursor im Oszilloskop-Fenster ausgemessen:

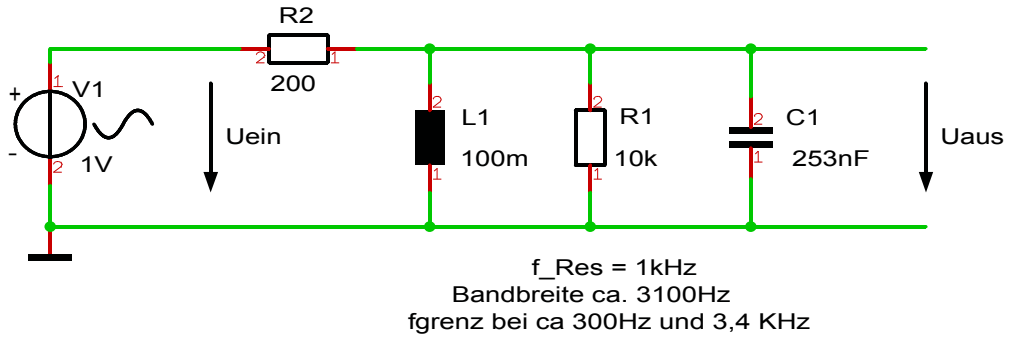
$U_{HP} = U_{TP}$  bei 1,07 kHz

$U_{HP} = 0,707$  bei  $f = 303$  Hz

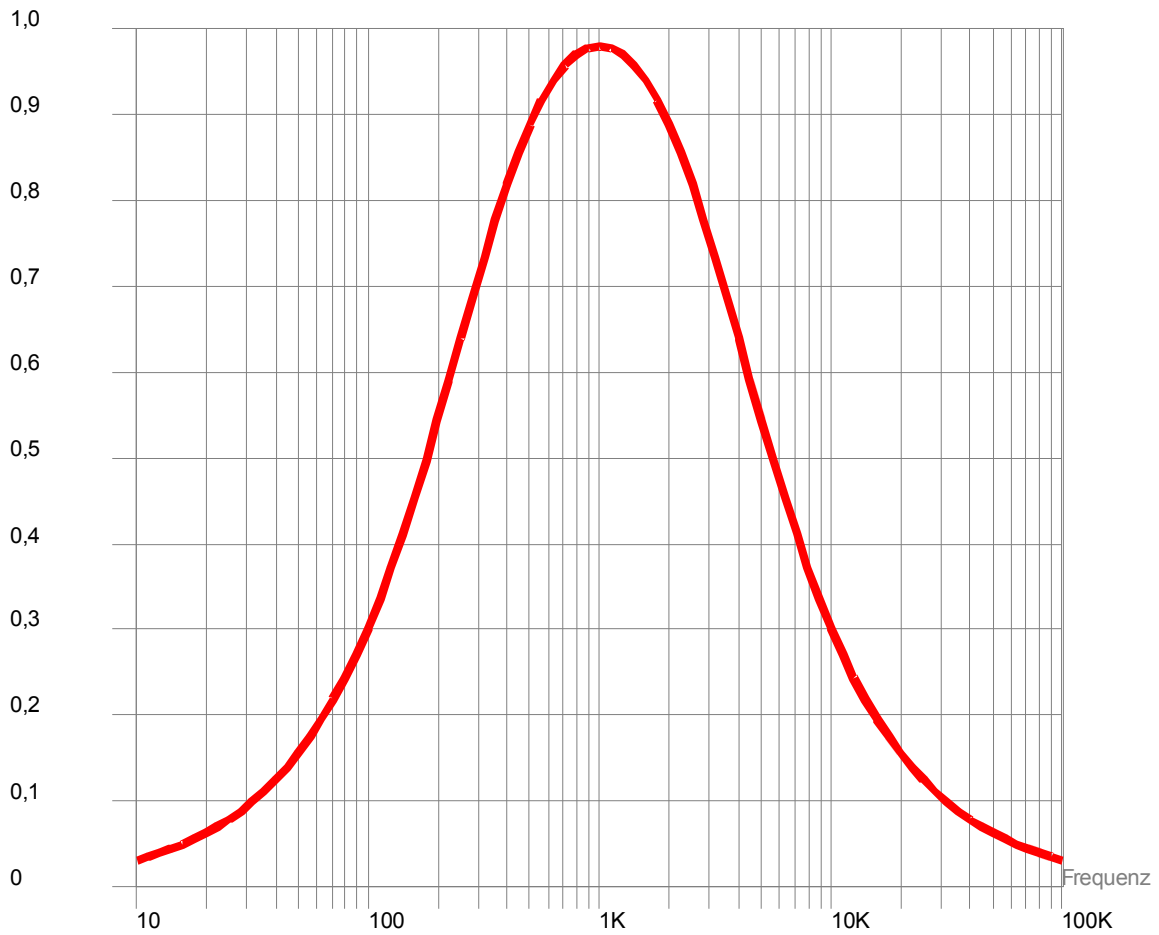
$U_{TP} = 0,707$  bei  $f = 3,36$  kHz



# Bandpass mit Schwingkreis



## Uaus / Uein



V(Ua)