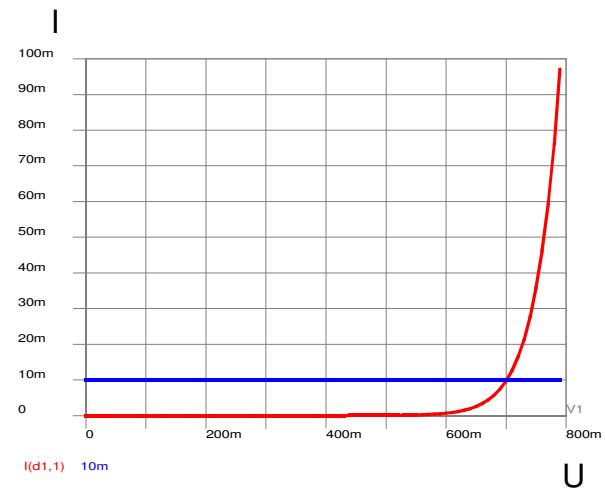
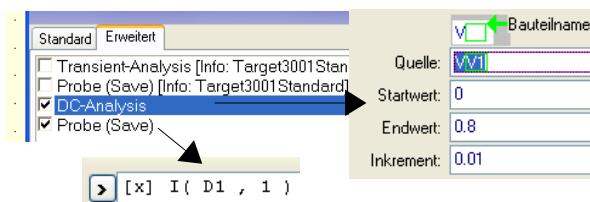
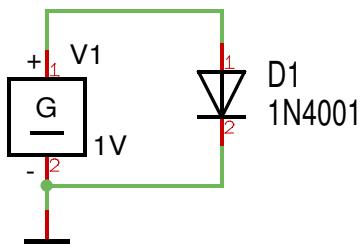


## Inhaltsverzeichnis

1	Kennlinien Diode, Z-Diode, LED.....	2
1.1	Kennlinie Diode.....	2
1.2	Kennlinie rote LED.....	2
1.3	Kennlinie Z-Diode.....	2
2	Diodenschaltungen an Wechselspannung.....	3
2.1	Diode an Wechselspannung.....	3
2.2	LED an Wechselspannung.....	4
2.3	Z-Diode an Wechselspannung.....	5
2.4	Schutzschaltung mit 2 Z-Dioden (Wechselspannungseingang schützen).....	6
2.5	Schutzschaltung mit 2 Dioden (TTL-Eingang schützen).....	7
2.6	Einweggleichrichter.....	8
2.7	Einweggleichrichter mit Z-Dioden-Stabilisierung.....	10
2.8	Einweggleichrichter mit Spannungsregler.....	11
2.9	Zweiweggleichrichter (Brückengleichrichter) ungeregelt.....	12
2.10	Zweiweggleichrichter mit Spannungsregler 7805.....	13
2.11	Zweiweggleichrichter mit Spannungsregler 7805.....	14
2.12	Fahrradstandlicht (einfache Prinzipschaltung).....	15
3	Transistorschaltung .....	16
3.1	Bestimmung von B.....	16
3.2	Kennlinienfeld.....	17
3.3	Transistor als Schalter.....	17
4	Kondensator an Gleichspannung.....	18
4.1	Kondensator-Auf- und Entladung.....	18
4.2	Verkürzung der Aufladezeit durch Verkleinern von R.....	18
4.3	Überprüfung der Aufladefunktion.....	18
4.4	Verkürzung der Periodendauer.....	19
4.5	Stromverlauf.....	19
5	Rechteckgenerator mit Schmitt-Trigger und RC-Schaltung.....	20
5.1	Funktion des Schmitt-Triggers mit Dreieckspannung untersuchen.....	20
5.2	Schmitt-Trigger mit Sinusspannung untersuchen.....	20
5.3	Funktion des Rechteckgenerators untersuchen.....	21
5.4	Rechteckgenerator mit variablem Tastgrad.....	22
6	RLC-Schaltungen an Wechselspannung.....	23
6.1	Widerstand an Wechselspannung.....	23
6.2	Kondensator an Wechselspannung.....	23
6.3	RC-Reihenschaltung.....	24
6.4	Filter.....	25

## 1 Kennlinien Diode, Z-Diode, LED

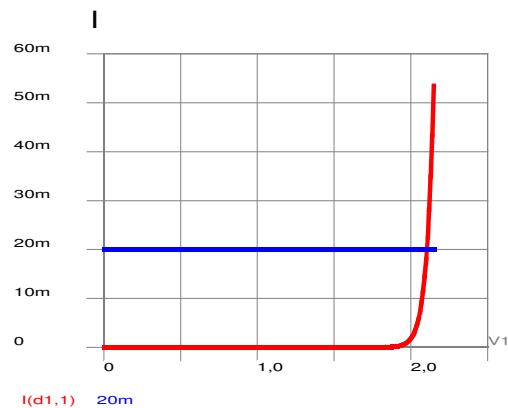
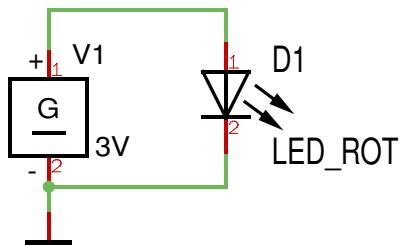
### 1.1 Kennlinie Diode



- Kennlinien erhält man mit der DC-Analyse, Start und Endwert beziehen sich auf die Spannung.
- Als Messgröße den Strom angeben!

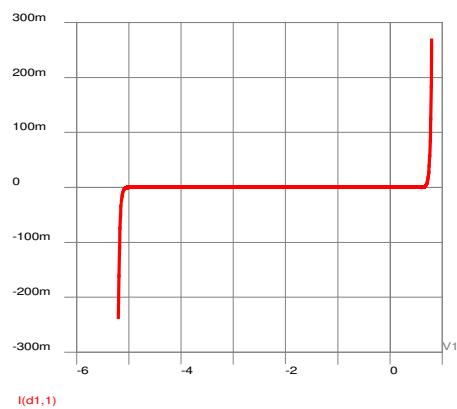
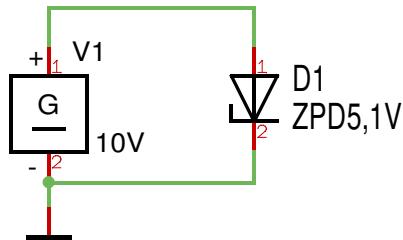
- Bei der oft als typisch angegebenen Durchlassspannung von 0,7V fließt bereits ein Strom von 10mA.

### 1.2 Kennlinie rote LED



- $U_F = 2,1V$  bei  $I_F = 20mA$

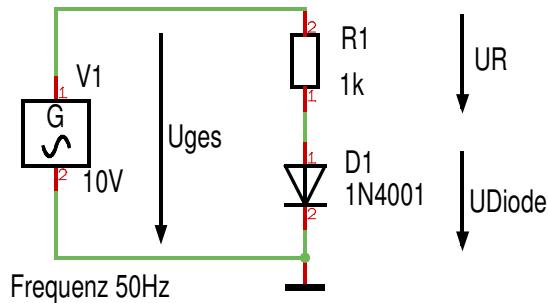
### 1.3 Kennlinie Z-Diode



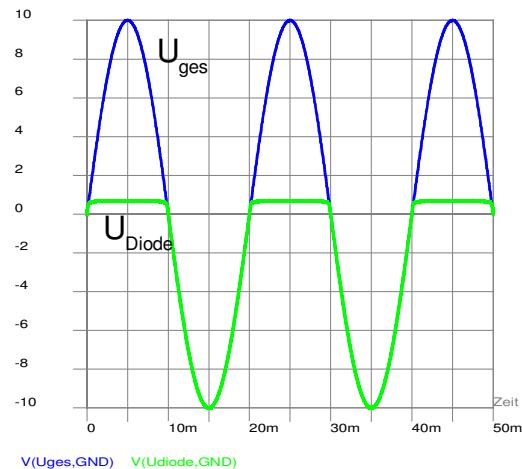
- Durchlassrichtung ( $U>0$ ): wie Diode
- Sperrrichtung ( $U<0$ ): Z-Diode leitet ab der Z-Spannung, hier 5,1V

## 2 Diodenschaltungen an Wechselspannung

### 2.1 Diode an Wechselspannung



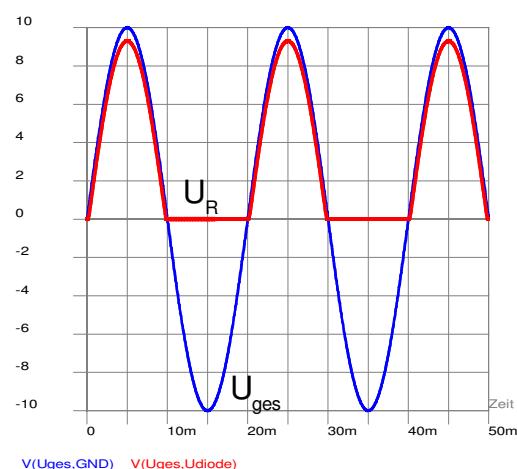
$U_{ges}$  und  $U_{Diode}$



V(Uges,GND) V(Udiode,GND)

- Die Diode begrenzt die Spannung bei der positiven Halbwelle auf 0,7V
- Bei der negativen Halbwelle sperrt die Diode und an ihr fällt die gesamte Spannung ab.

$U_{ges}$  und  $U_R$

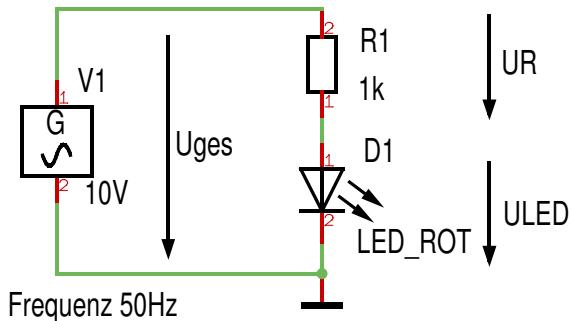
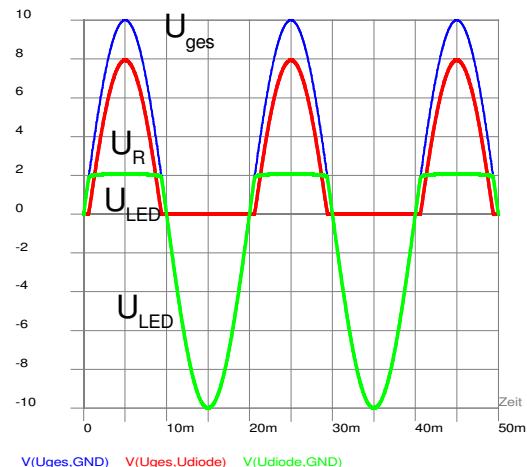


V(Uges,GND) V(Uges,Udiode)

- Am Widerstand fällt die restliche Spannung ab ( $U_{ges} - U_{diode}$ )
- Da bei der negativen Halbwelle kein Strom fließt, kann an dem Widerstand auch keine Spannung abfallen ( $U_R = R * I = 0$  wenn  $I = 0$ )

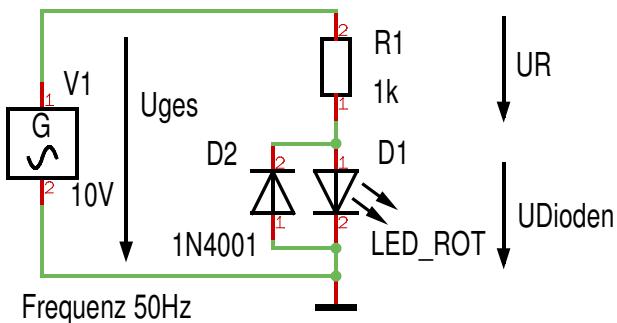
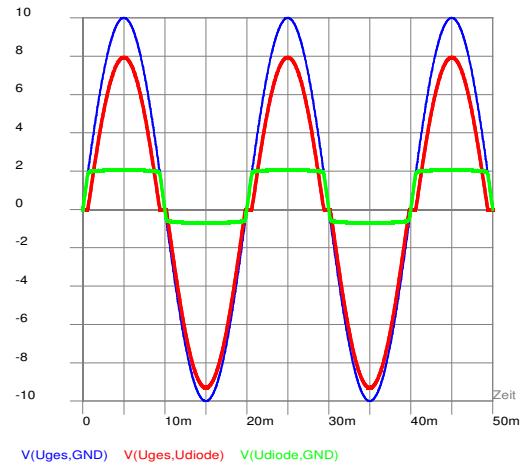
## 2.2 LED an Wechselspannung

### 2.2.1 Ohne Schutzdiode


 U<sub>ges</sub>, U<sub>R</sub> und U<sub>LED</sub>


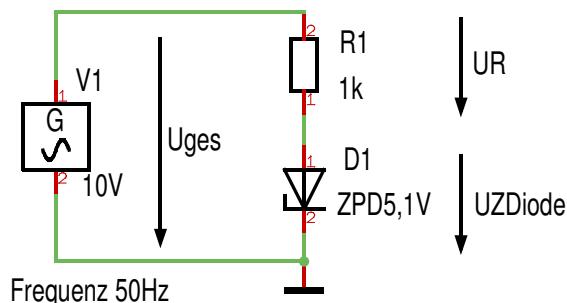
- Die LED begrenzt die Spannung bei der positiven Halbwelle auf 2V
- Bei der negativen Halbwelle sperrt die LED und an ihr fällt die gesamte Spannung ab. Dies kann auf Dauer zu einer Zerstörung der LED führen.

### 2.2.2 Mit Schutzdiode

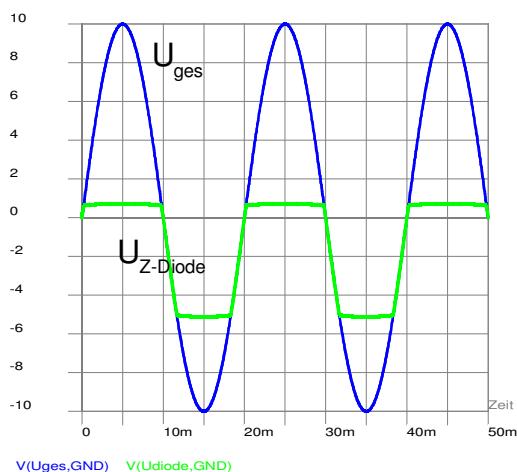

 U<sub>ges</sub>, U<sub>R</sub> und U<sub>LED</sub>


- Bei der negativen Halbwelle leitet nun die Diode und begrenzt die Spannung auf -0,7V. Dadurch wird die LED vor zu großen negativen Spannungen geschützt.

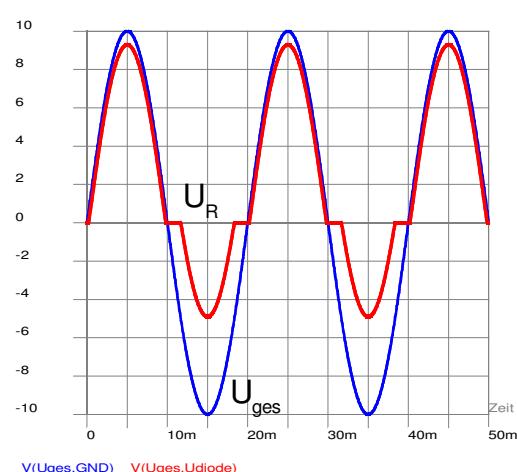
## 2.3 Z-Diode an Wechselspannung



$U_{\text{ges}}$  und  $U_{\text{Z-Diode}}$

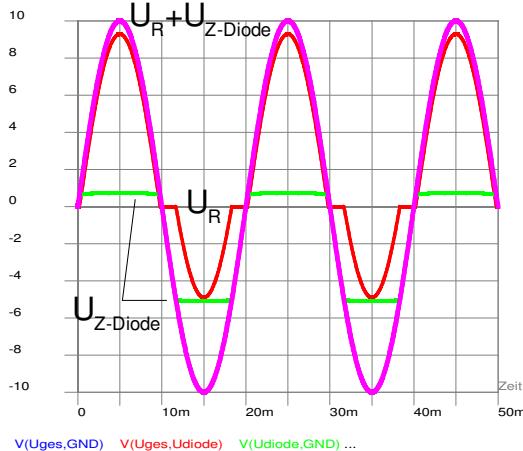


$U_{\text{ges}}$  und  $U_R$

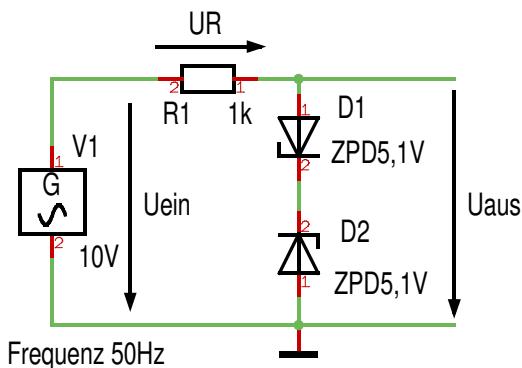


- Die Z-Diode begrenzt die Spannung bei der positiven Halbwelle auf 0,7V (Verhalten wie normale Diode)
- Bei der negativen Halbwelle leitet die Z-Diode ebenfalls und begrenzt die Spannung auf eine für sie typische Spannung, hier 5,1V.

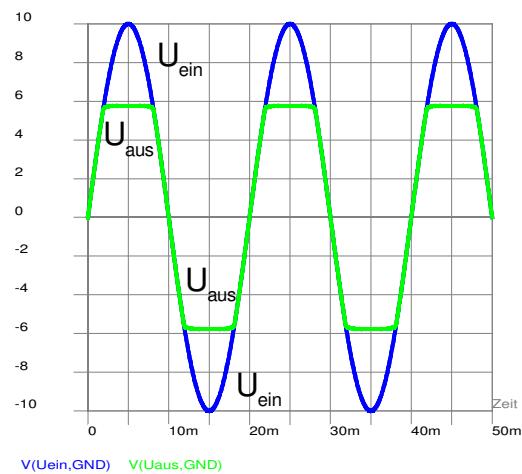
- Am Widerstand fällt die restliche Spannung ab ( $U_{\text{ges}} - U_{\text{Z-Diode}}$ )
- Beweis:  
In Target werden die Graphen  $U_R$  und  $U_{\text{Z-Diode}}$  addiert (Darstellung unten)  
Der resultierende Graph entspricht  $U_{\text{ges}}$



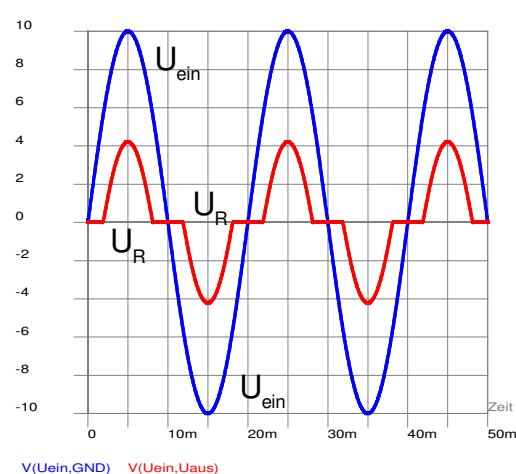
## 2.4 Schutzschaltung mit 2 Z-Dioden (Wechselspannungseingang schützen)



$U_{\text{ein}}$  und  $U_{\text{aus}}$

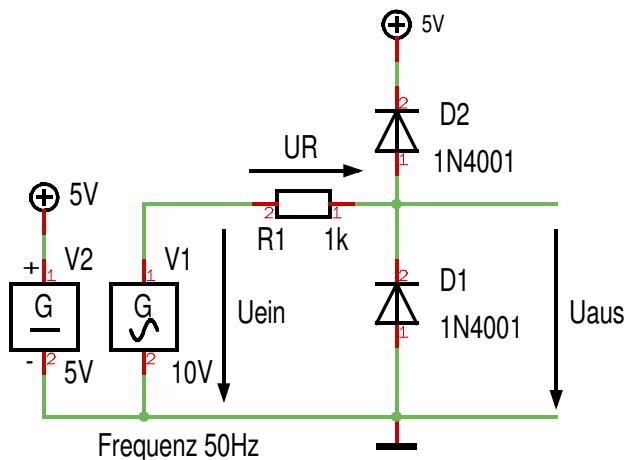


$U_{\text{ein}}$  und  $U_R$

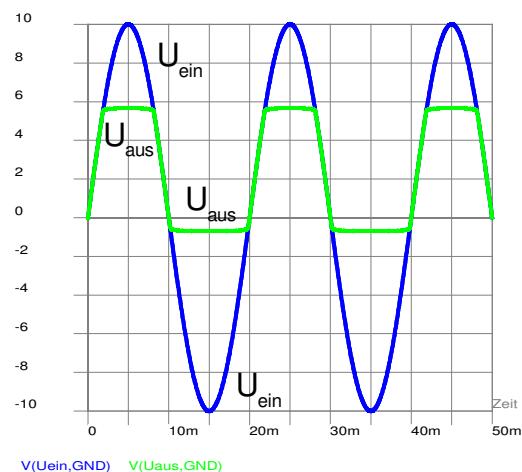


- Bei beiden Hahlwellen ist immer eine Z-Diode in Durchlassrichtung und eine Z-Diode in Sperrrichtung geschaltet.
- Die Schaltung begrenzt daher die Eingangsspannung auf einen (für eine nachfolgende Schaltung) zulässigen Wert von hier ca.  $5,1V + 0,7V = 5,8V$
- Am Widerstand fällt die restliche Spannung ab ( $U_{\text{ein}} - U_{\text{aus}}$ )

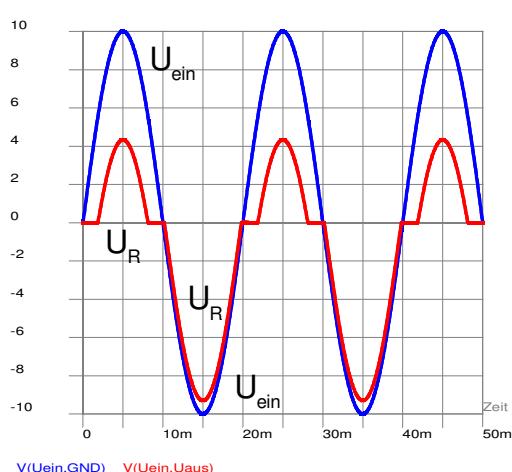
## 2.5 Schutzschaltung mit 2 Dioden (TTL-Eingang schützen)



$U_{\text{ein}}$  und  $U_{\text{aus}}$



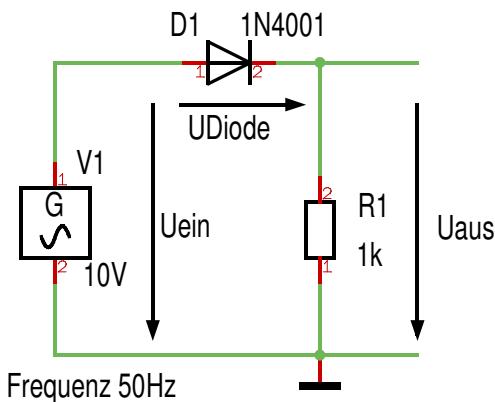
$U_{\text{ein}}$  und  $U_R$



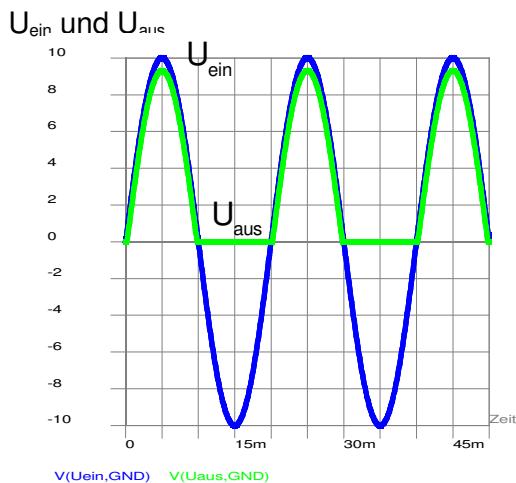
- Die Schaltung soll z.B. einen TTL-Eingang vor zu großen Spannungen ( $>5,7\text{V}$ ) und vor negativen Spannungen ( $<-0,7\text{V}$ ) schützen.
- Die obere Diode D2 begrenzt die Spannung auf  $5,7\text{V}$
- Die untere Diode D1 begrenzt die negative Spannung auf  $-0,7\text{V}$
- Am Widerstand fällt die restliche Spannung ab ( $U_{\text{ein}} - U_{\text{aus}}$ )

## 2.6 Einweggleichrichter

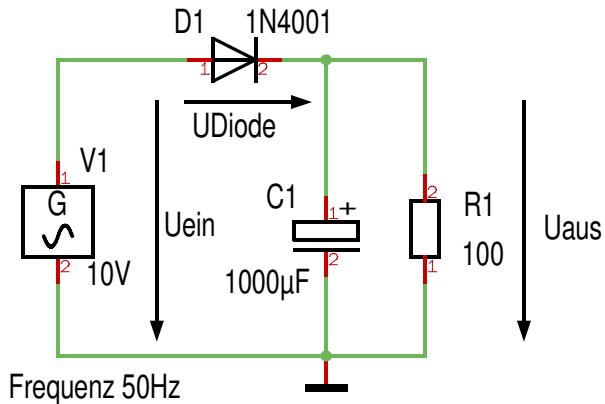
### 2.6.1 Ohne Glättung



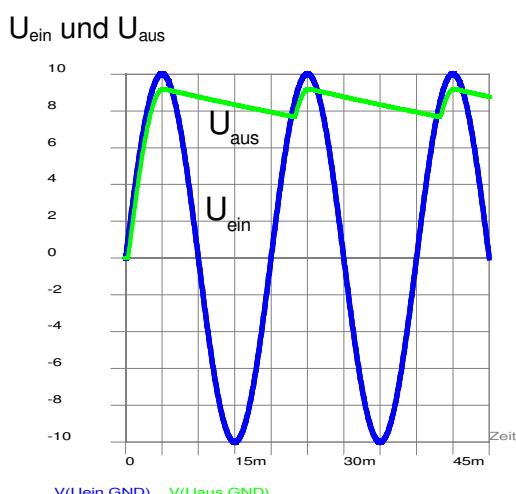
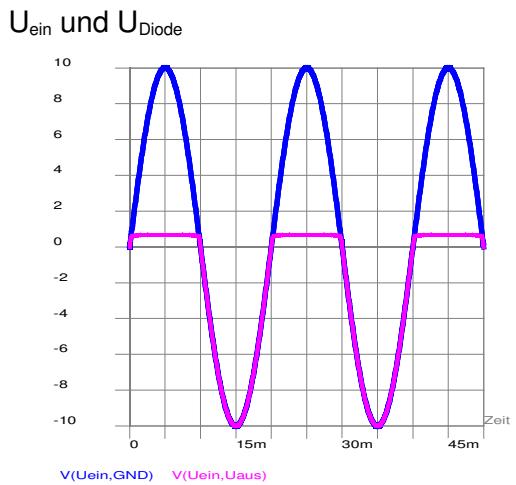
- $U_{aus}$  ist nur positiv oder null
- → Pulsierende Gleichspannung
- Zwischen  $U_{ein}$  und  $U_{aus}$  ist (bei pos.  $U_{ein}$ ) eine Differenz von 0,7V, diese Spannung fällt an der Diode ab.
- Die negative Spannung fällt an der Diode ab. Daher muss in einem Gleichrichter die Diode für große negative Spannungen ausgelegt sein.
- Da die Diode die negative Stromrichtung sperrt, kann an dem Widerstand auch keine Spannung abfallen.  
 $U_R = R * I = 0$  weil  $I = 0$  ist.



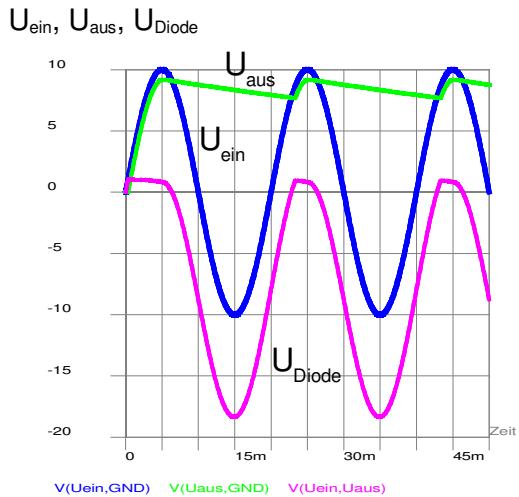
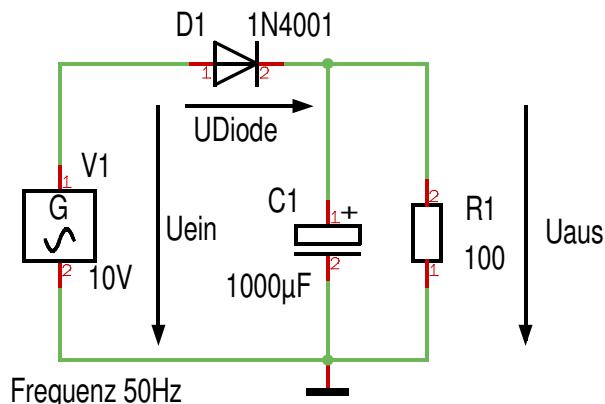
### 2.6.2 Mit Glättungskondensator



- Der Glättungskondensator „überbrückt“ die „Spannungstäler“, während  $U_{ein}$  negativ ist.

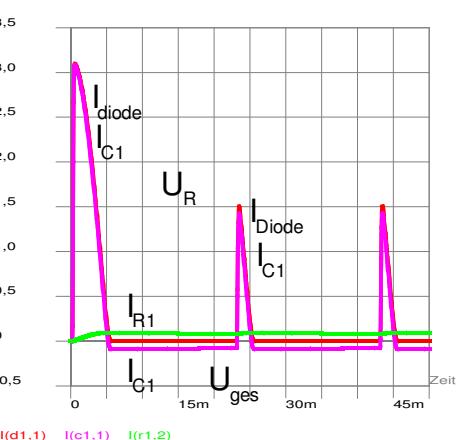


### 2.6.3 Untersuchung der Funktion des Glättungskondensators

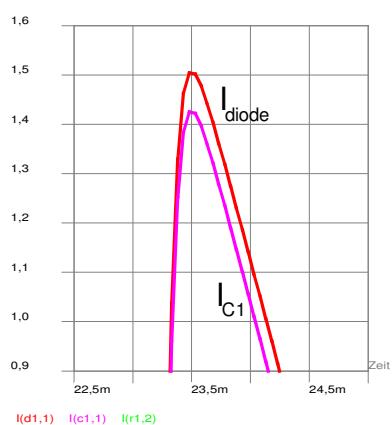


- Zu Beginn wird der Kondensator mit einem großen Strom schnell aufgeladen  $I_{diode} = I_{C1} + I_{R1}$
- Sobald Uein unter wieder absinkt, übernimmt der Kondensator die Funktion der Stromquelle:  $I_{R1} = -I_{C1}$   
 $I_{C1}$  wird negativ weil der Strom vom Kondensator weg fließt.
- Weil der Kondensator sich entlädt, sinkt  $U_{C1}=U_{aus}$ , dadurch sinkt auch  $I_{C1}$
- Immer wenn  $U_{ein} > U_{aus} + 0,7V$  ist, wird der Kondensator nachgeladen.

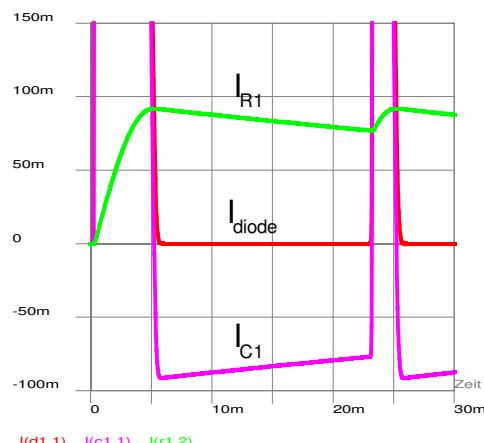
#### Ströme



#### Ströme (Ausschnittvergrößerung)



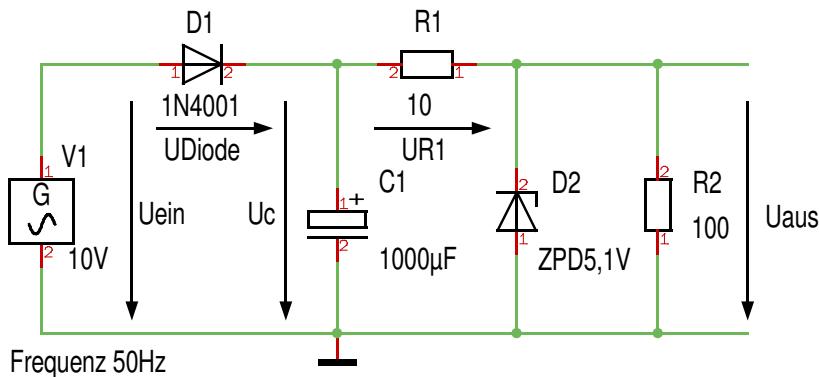
#### Ströme (Ausschnittvergrößerung)



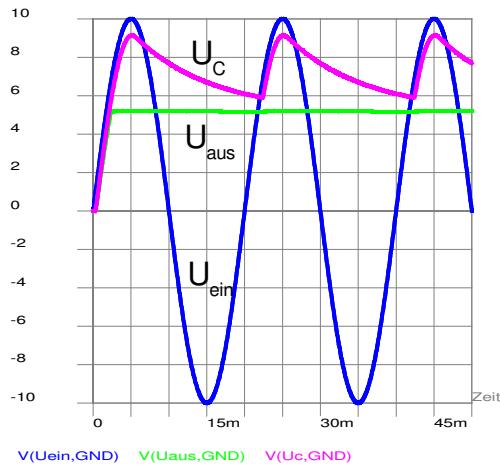
#### Weitere Untersuchungen:

- R verkleinern → Kondensator entlädt sich schneller, Uaus wird „welliger“
- C vergrößern → Kondensator entlädt sich langsamer, Uaus wird „glatter“

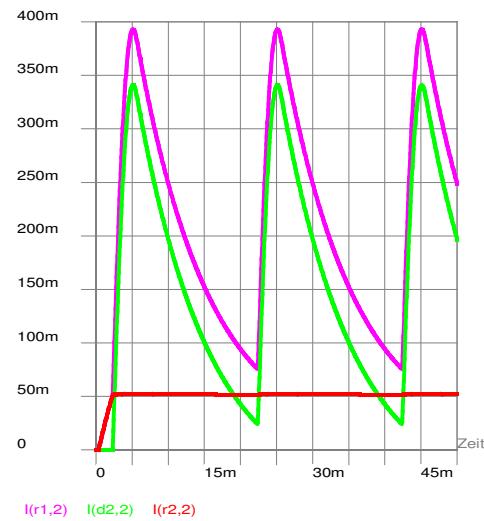
## 2.7 Einweggleichrichter mit Z-Dioden-Stabilisierung



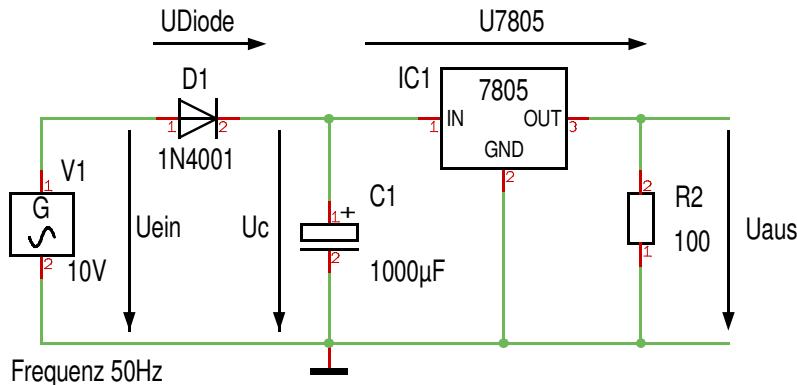
- Die Z-Diode mit ihrem Vorwiderstand  $R_1$  stabilisiert die Ausgangsspannung auf ca. 5V
- Untersuchungen:
  - $R_2$  ändern
  - $R_1$  ändern
  - $C$  ändern
- Daraus gewinnt man die Erkenntnis:  
 $R_1$  muss deutlich kleiner wie  $R_2$  sein, damit die Stabilisierung funktioniert



- Diese Stabilisierung ist energetisch ungünstig.
- Der „nutzbare“ Strom  $I_{R2}$  ist klein im Verhältnis zum Z-Dioden-Strom, damit die Stabilisierung funktioniert
- Der Generator am Eingang muss den zur Stabilisierung notwendigen Strom liefern



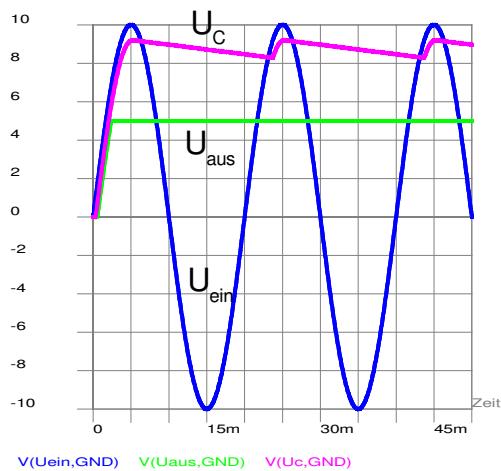
## 2.8 Einweggleichrichter mit Spannungsregler



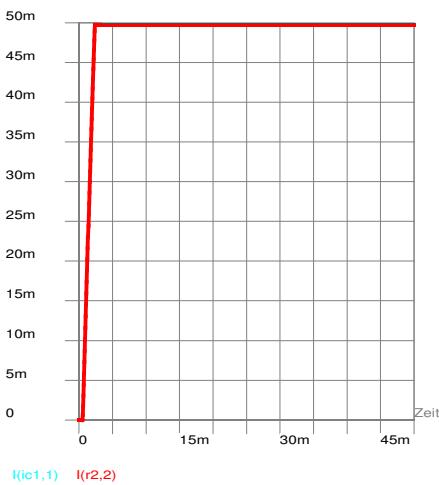
In der Praxis werden am Eingang und am Ausgang des Spannungsreglers je ein 100nF-Kondensator gegen GND benötigt um die Schwingsneigung der Schaltung zu unterdrücken.

- Der Spannungsregler stabilisiert die Ausgangsspannung auf 5V
- Da für die Stabilisierung fast kein „zusätzlicher“ Strom benötigt wird, entlädt sich der Kondensator auch viel langsamer als bei der Z-Dioden-Stabilisierung
- Erniedrigt man den Lastwiderstand  $R_2$  unter  $25\Omega$ , so „bricht die Ausgangsspannung ein“. (unten rechts)
- Der Spannungsregler benötigt zur Funktion eine Spannungsdifferenz zwischen Eingang und Ausgang von ca. 1,5V.

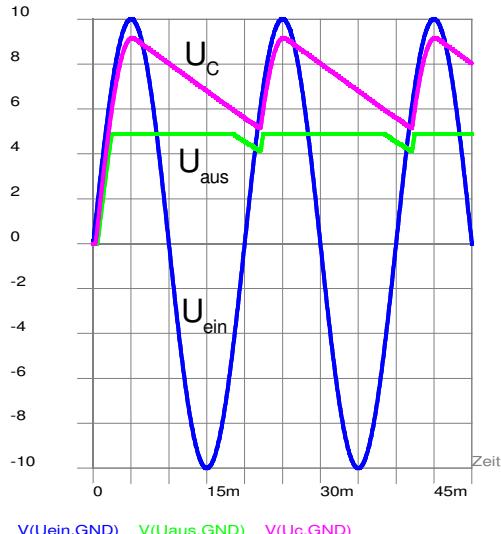
$U_{\text{ein}}$   $U_C$  und  $U_{\text{aus}}$



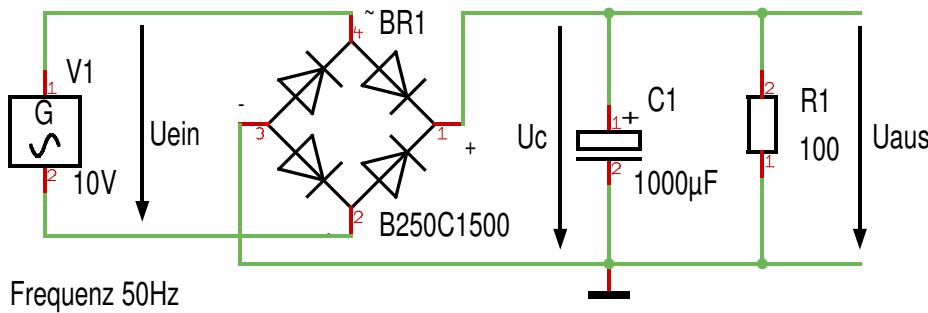
Strom  $I_{C1} = I_{R2}$



$U_{\text{ein}}$   $U_C$  und  $U_{\text{aus}}$  bei  $R_2 = 20\Omega$

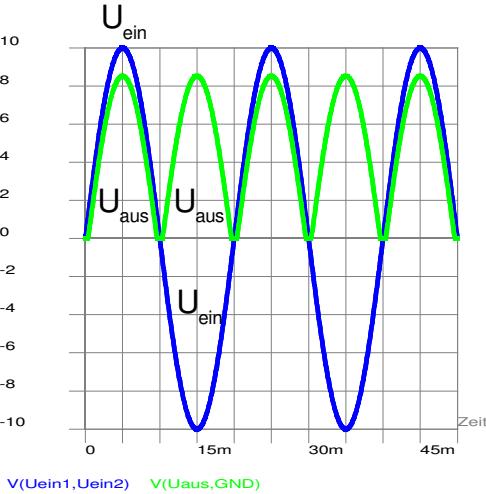


## 2.9 Zweiweggleichrichter (Brückengleichrichter) ungeregelt

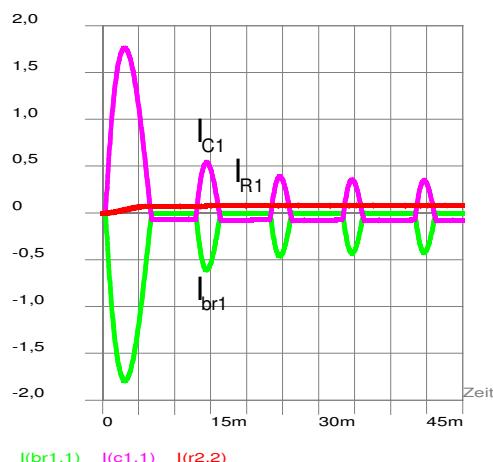


- $U_{aus}$  ist nur positiv
- Es werden beide Halbwellen ausgenutzt
- → Pulsierende Gleichspannung  
Gegenüber dem Einweggleichrichter sind doppelt so viele Impulse vorhanden, die Frequenz beträgt 100 Hz.
- Zwischen  $U_{ein}$  und  $U_{aus}$  ist eine Differenz von  $2 \cdot 0,7V = 1,4V$ , diese Spannung fällt an jeweils 2 Dioden ab.
- Die Glättung funktioniert deutlich besser als beim Einweggleichrichter, da der Kondensator doppelt so häufig nachgeladen wird.
- Entsprechend sind die Stromspitzen bei der Aufladung auch deutlich kleiner (0,5A gegenüber 1,5A beim Einweggleichrichter)

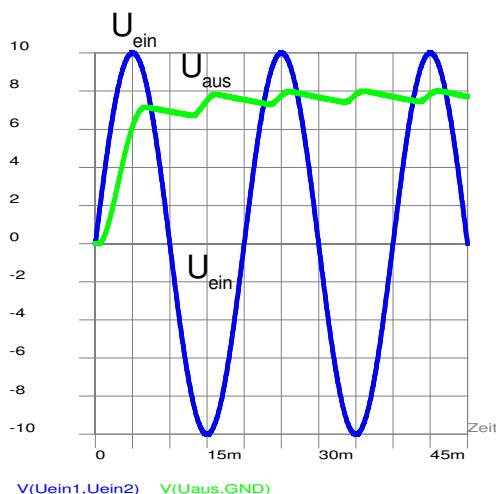
$U_{ein}$   $U_C$  und  $U_{aus}$  ohne Kondensator



Ströme  $I_{br1}$ ,  $I_{C1}$ ,  $I_{R2}$  mit Kondensator

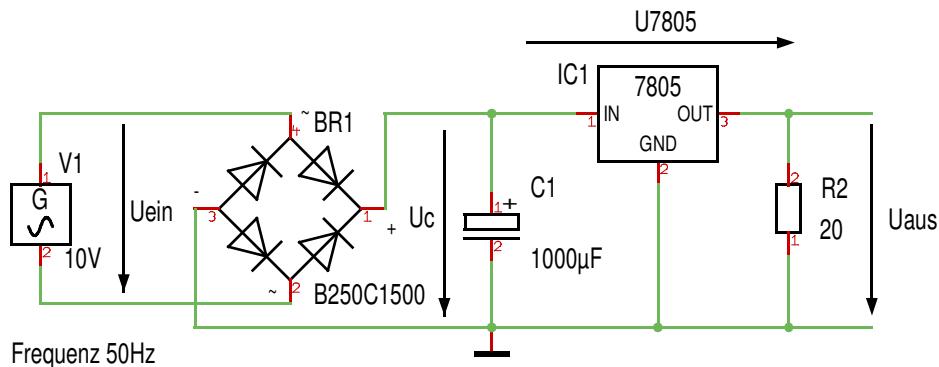


$U_{ein}$   $U_C$  und  $U_{aus}$  mit Kondensator



- Diese Schaltung findet man in vielen, einfachen, ungeregelten Steckernetzteilen
- Die Schwankungen der Ausgangsspannung nennt man Brummspannung
- Wenn die Brummspannung stört, verwendet man ein geregeltes Netzteil (nächste Seite)

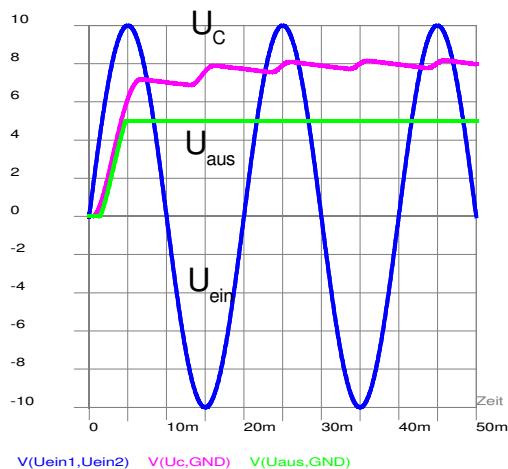
## 2.10 Zweiweggleichrichter mit Spannungsregler 7805



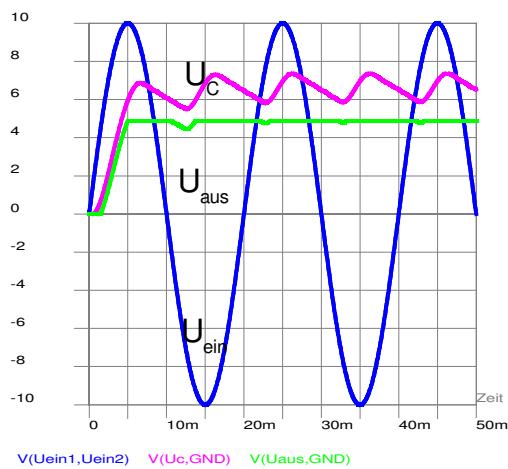
In der Praxis werden am Eingang und am Ausgang des Spannungsreglers je ein 100nF-Kondensator gegen GND benötigt um die Schwingsneigung der Schaltung zu unterdrücken.

- Der Spannungsregler stabilisiert die Ausgangsspannung auf 5V

$U_{ein}$   $U_c$  und  $U_{aus}$



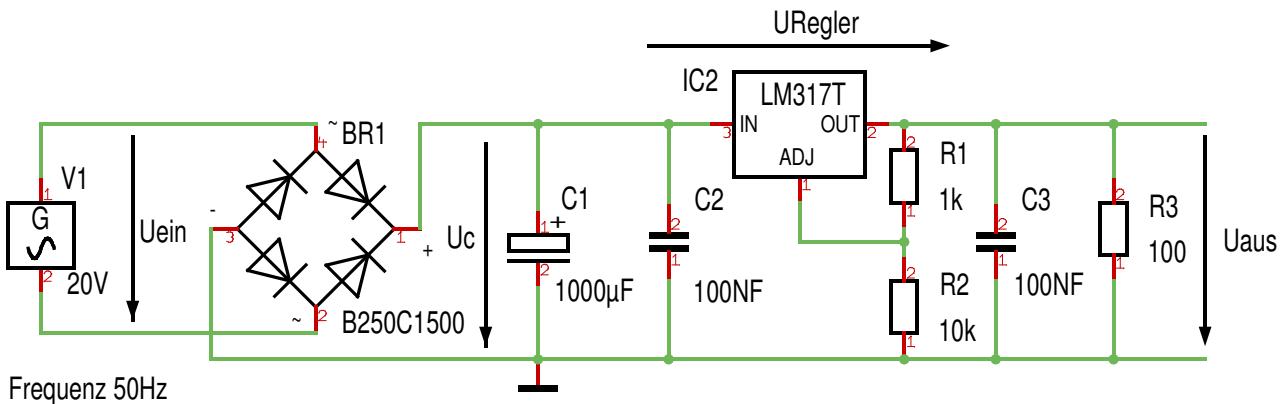
$U_{ein}$   $U_c$  und  $U_{aus}$  bei  $R_2 = 20\Omega$



- Erniedrigt man den Lastwiderstand  $R_2$  unter  $25\Omega$ , so „bricht die Ausgangsspannung ein“. Abhilfe: Eingangsspannung erhöhen oder  $C$  vergrößern.
- Der Spannungsregler benötigt zur Funktion eine Spannungsdifferenz zwischen Eingang und Ausgang von ca. 1,5V.

- Diese oder Schaltungen mit ähnlichen Spannungsreglern findet man in vielen geregelten Netzteilen.

## 2.11 Zweiwegausschalter mit Spannungsregler 7805



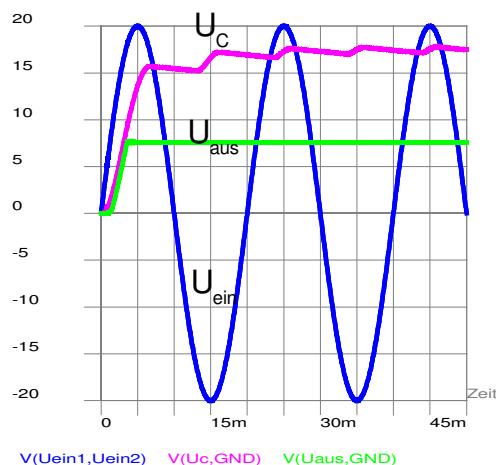
- Der Spannungsregler stabilisiert die Ausgangsspannung
- Mit den Widerständen R1 und R2 kann man die Größe der Ausgangsspannung einstellen.
- Der Spannungsregler ändert die Ausgangsspannung so, dass an R1 genau 1,2V abfallen:

$$\frac{U_{aus}}{U_{R1}} = \frac{R1 + R2}{R1} \rightarrow$$

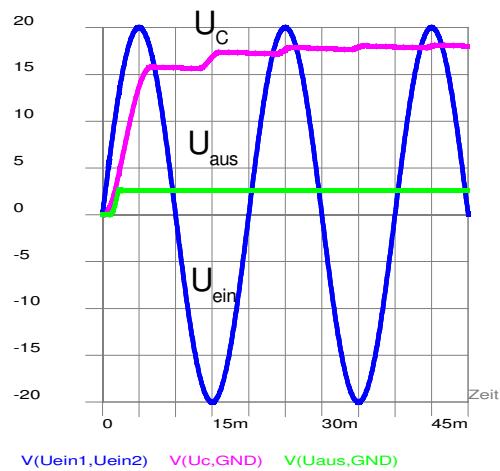
$$U_{aus} = 1,2V \cdot \frac{R1 + R2}{R1}$$

- R1=R2= kΩ: Uaus = 2,4V
- R1= kΩ, R2=4,7kΩ: Uaus = 6,8V
- R1= kΩ, R2=10kΩ: Uaus = 13,2V

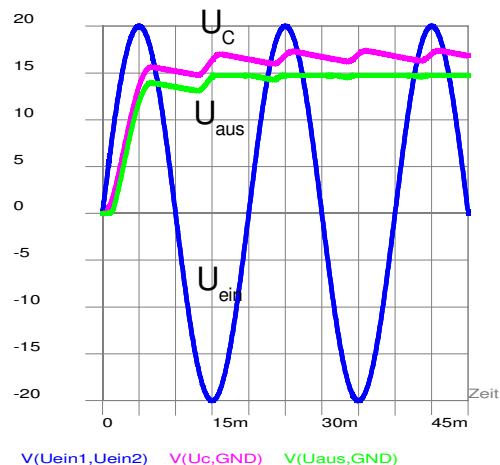
Uein Uc und Uaus bei R1 = 1kΩ, R2 = 4,7kΩ



Uein Uc und Uaus bei R1 = 1kΩ, R2 = 1KΩ

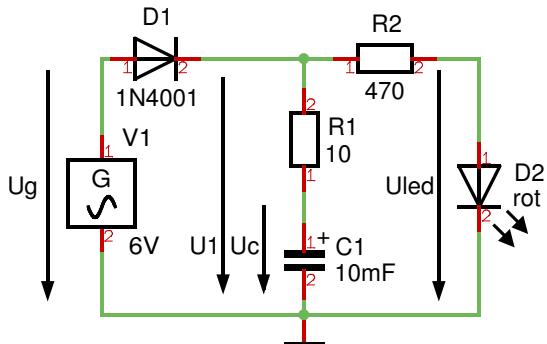


Uein Uc und Uaus bei R1 = 1kΩ, R2 = 10KΩ



- R2 ersetzt man durch ein Poteziometer → stufenlos regelbare Ausgangsspannung
- Diese oder Schaltungen mit ähnlichen Spannungsreglern findet man in vielen einfachen, regelbaren Netzteilen.

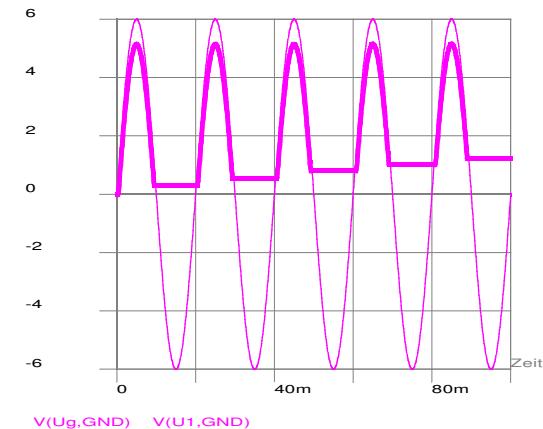
## 2.12 Fahrradstandlicht (einfache Prinzipschaltung)



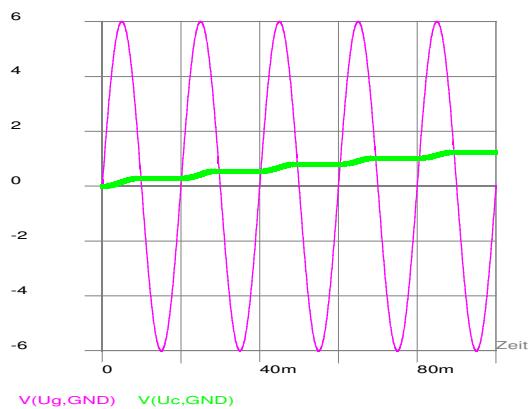
In der Praxis wählt man  $C_1 = 1\text{F}$ .  
 Um die Funktion mithilfe von Simulationsergebnissen kennenzulernen,  
 wurde hier  $C_1 = 10\text{mF}$  gewählt.

- Der Dynamo liefert eine Wechselspannung
- D1 ist der Gleichrichter
- mit jeder Halbwelle lädt sich der Kondensator etwas weiter auf.
- Nach einigen Halbwellen leuchtet die LED fortwährend.
- Da in der Praxis ein größerer Kondensator verwendet wird, dauert es einige Sekunden, bevor die LED leuchtet, wenn man den Dynamo einschaltet.

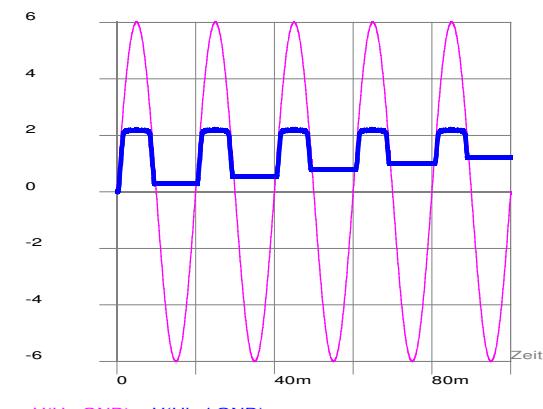
$U_g, U_1$



$U_g, U_c$

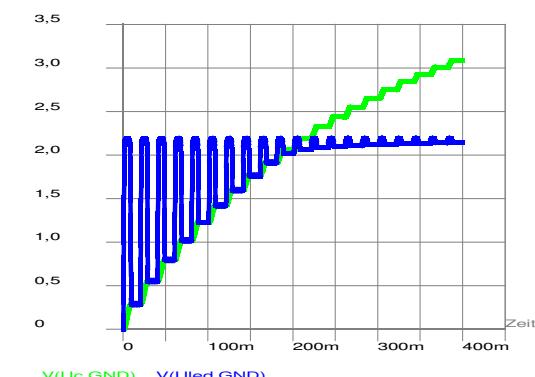


$U_g, U_{led}$



$V(U_c, GND)$

$V(U_{led}, GND)$



### 3 Transistororschaltung

#### 3.1 Bestimmung von B

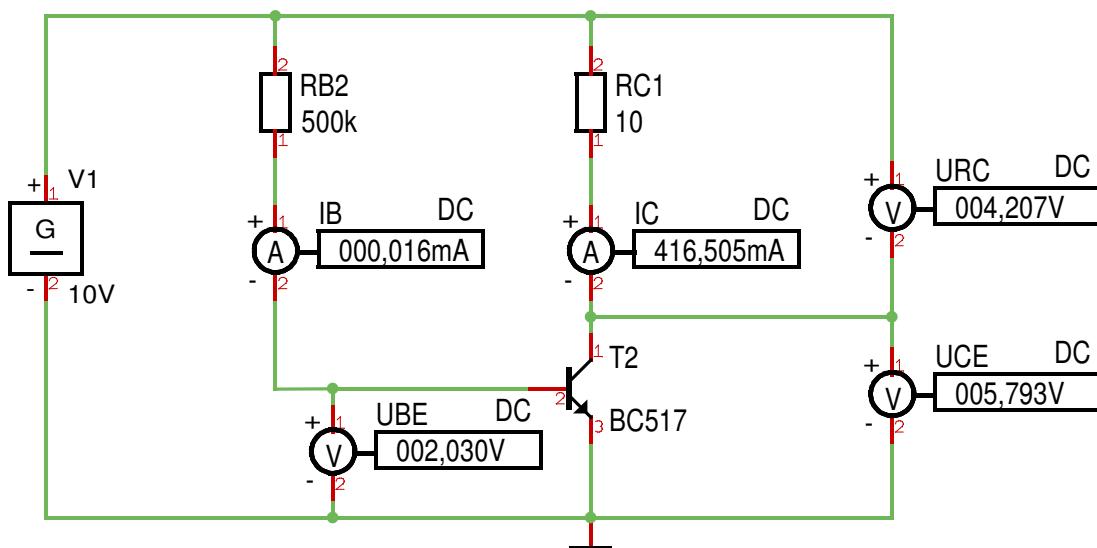
Bei der messtechnischen Bestimmung des Gleichstromverstärkungsfaktors B werden Kollektorstrom und Basisstrom gemessen und anschließend der Quotient gebildet.  $B = I_C/I_B$

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.

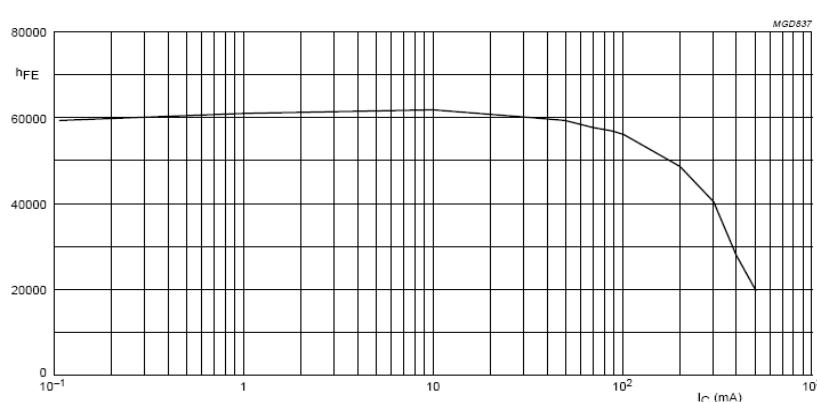


$$\text{Bei } R_B = 500\text{k}\Omega: \quad B = I_C / I_B = 416,5\text{mA} / 0,016\text{mA} = 26.000$$

$$\text{bei } R_B = 1\text{M}\Omega: \quad B = I_C / I_B = 266\text{mA} / 8\mu\text{A} = 33.000$$

$$\text{bei } R_B = 2\text{M}\Omega: \quad B = I_C / I_B = 168\text{mA} / 4\mu\text{A} = 42.000$$

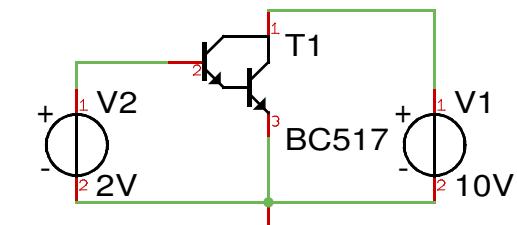
Laut Datenblatt ergibt sich folgender Verlauf von B:



$V_{CE} = 2\text{V}$

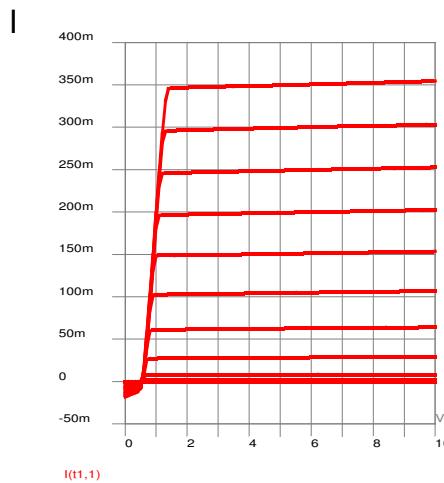
Fig.2 DC current gain; typical values.

### 3.2 Kennlinienfeld



<input checked="" type="checkbox"/> Bauteilname
Quelle: V1
Startwert: 0
Endwert: 10
Inkrement: 0.1

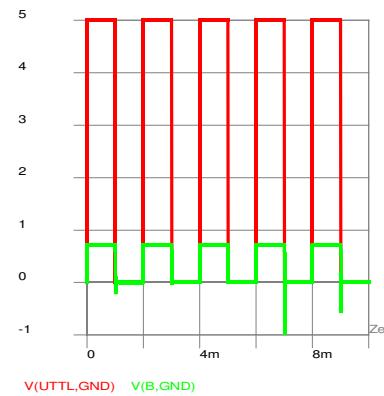
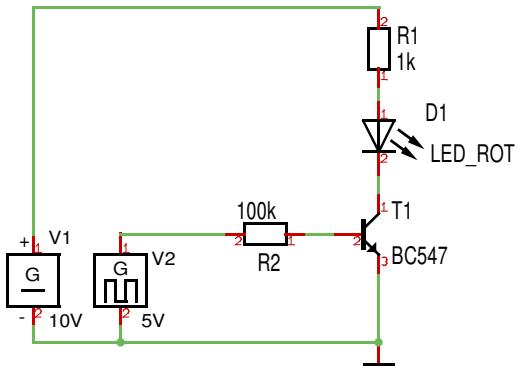
<input checked="" type="checkbox"/> geschachtelte DC Analyse (innere)
Quelle: V2
Startwert: 0
Endwert: 2
Inkrement: 0.1



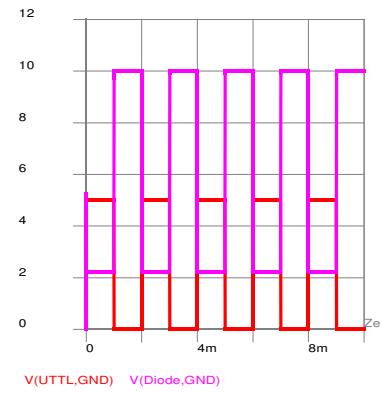
U

- Kennlinien erhält man mit der DC-Analyse, Start und Endwert beziehen sich auf die Spannung.
- Als Messgröße den Strom angeben!

### 3.3 Transistor als Schalter



ht



;ht

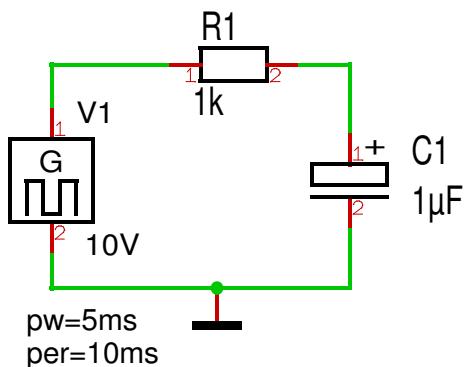
;)

;)

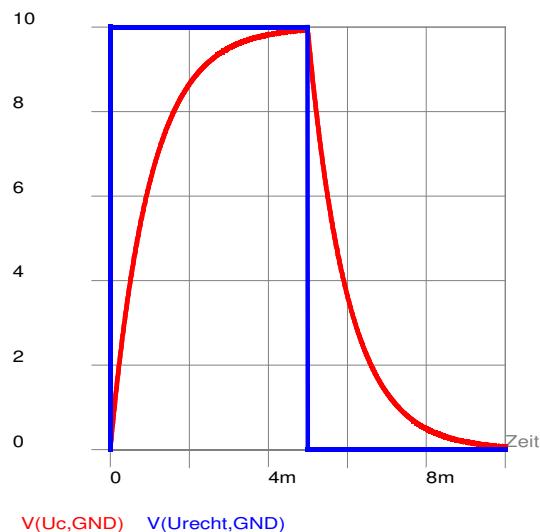
;)

## 4 Kondensator an Gleichspannung

### 4.1 Kondensator- Auf- und Entladung



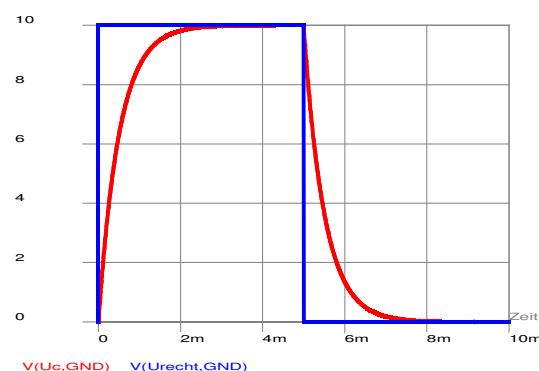
pw: Pulsweite = Zeit, in der die Generatorenspannung 10V ist  
 per: Periodendauer = Zeit, nach der sich die Form der Generatorenspannung wiederholt.



- Das Signal des Rechteckgenerators ist 5ms lang 10V (=Pulsweite pw) und anschließend 5ms lang 0V. Die gesamte Dauer heißt Periodendauer per. Danach wiederholt sich das Signal.
- Wenn Urech = 10V ist, lädt sich der Kondensator auf.
- Wenn Urech = 0V ist, entlädt sich der Kondensator.
- Die Auf- und Entladung ist nicht linear (keine Gerade), sondern die Aufladung ist zunächst sehr schnell und verlangsamt sich dann.
- Nach  $T = R * C = 1\text{k}\Omega * 1\mu\text{F} = 1\text{ms}$  ist der Kondensator auf 6,3V aufgeladen, allgemein sind es immer 63% der Gesamtspannung.
- Man sagt, nach der Zeit  $5*T$  ist der Kondensator praktisch vollständig geladen (99,5%)

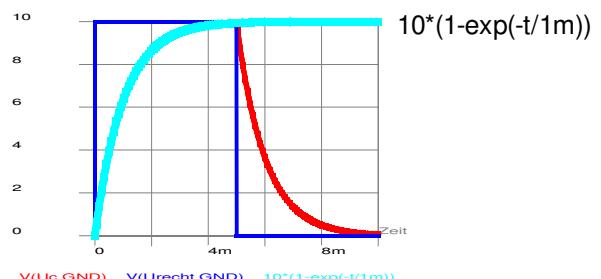
### 4.2 Verkürzung der Aufladezeit durch Verkleinern von R

- Der Widerstand wurde halbiert, dadurch erhöht sich der Aufladestrom und der Kondensator lädt sich schneller auf.

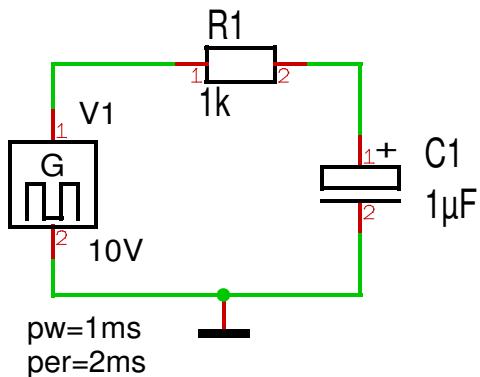


### 4.3 Überprüfung der Aufladefunktion

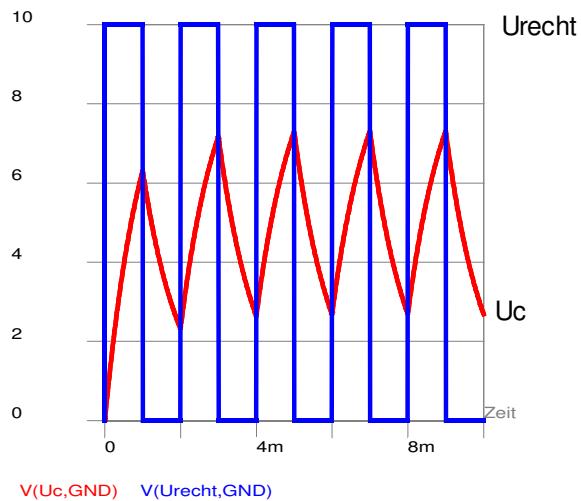
- Bei Graphenrechner die Aufladefunktion eingeben:  $10 * (1 - \exp(-t/1\text{m}))$
- es ergibt sich bei der Aufladung der gleiche Verlauf wie bei der Simulation



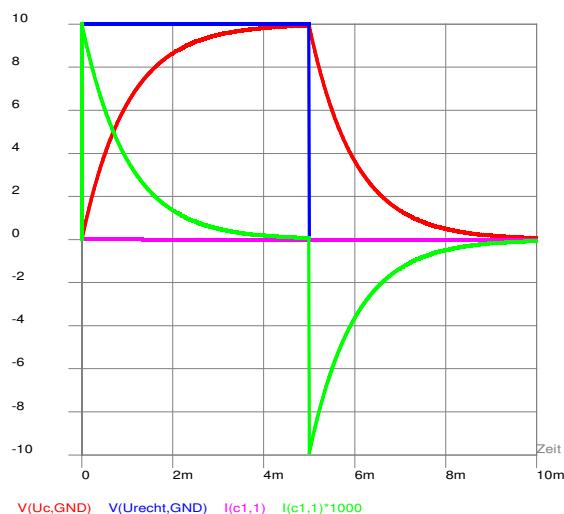
## 4.4 Verkürzung der Periodendauer



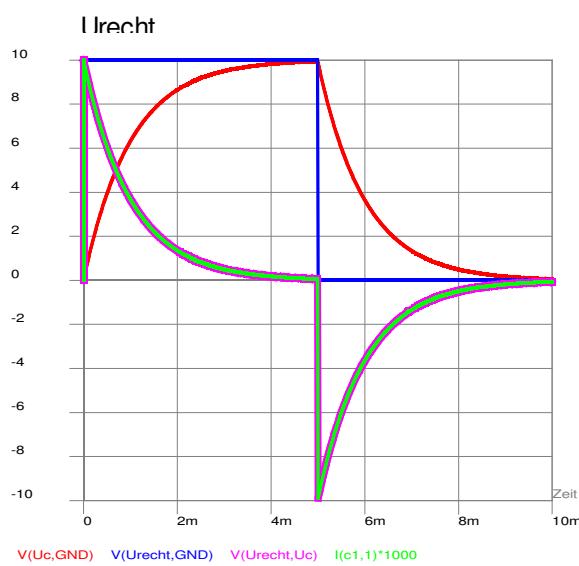
- Nun lässt man dem Kondensator nicht ausreichend Zeit, um sich aufzuladen.



## 4.5 Stromverlauf



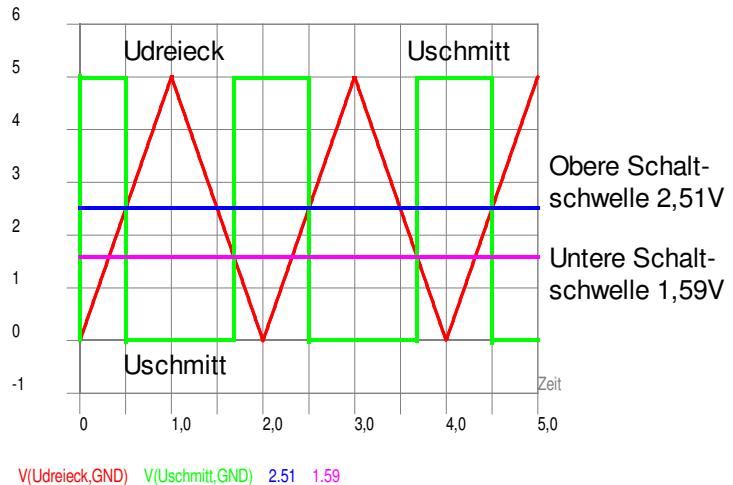
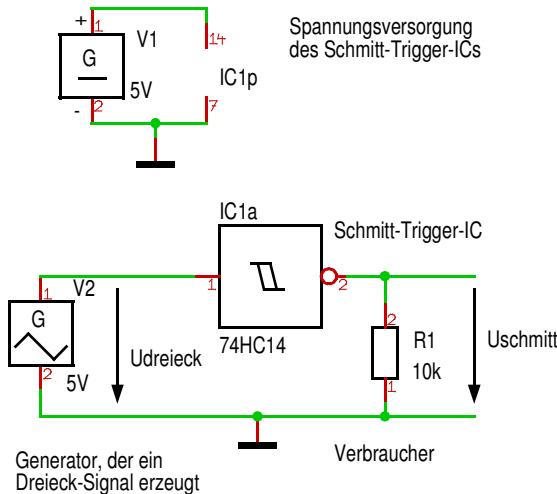
- Oben sieht man den Stromverlauf im Kondensator und im Widerstand (gleich weil Reihenschaltung!).
- Bei der Aufladung ist der Strom zunächst maximal und sinkt dann langsam ab
- Bei der Entladung ebenso, jedoch ist er negativ, da der Strom in die andere Richtung fließt.



- Oben sieht man, dass der Stromverlauf dem Spannungsverlauf am Widerstand proportional ist (gleicher Verlauf)
- Denn Spannungsverlauf am Widerstand kann man sich auch so erklären: Uc und UR müssen zu jedem Zeitpunkt die Gesamtspannung Urech ergeben.

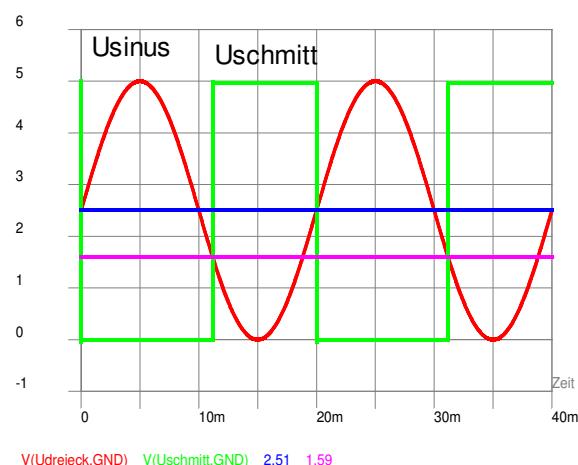
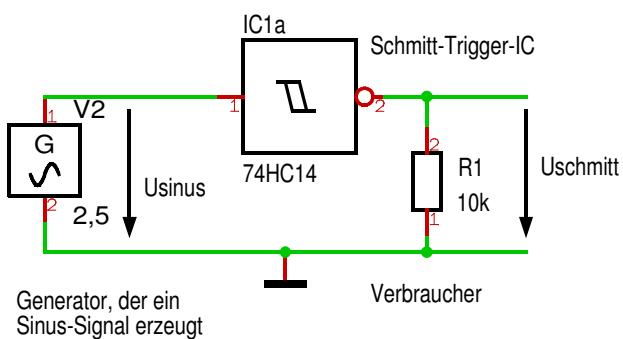
## 5 Rechteckgenerator mit Schmitt-Trigger und RC-Schaltung

### 5.1 Funktion des Schmitt-Triggers mit Dreieckspannung untersuchen

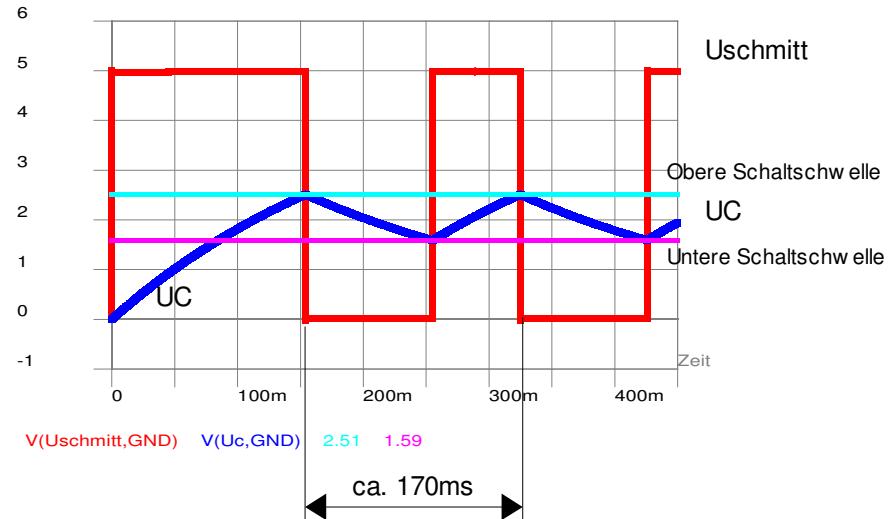
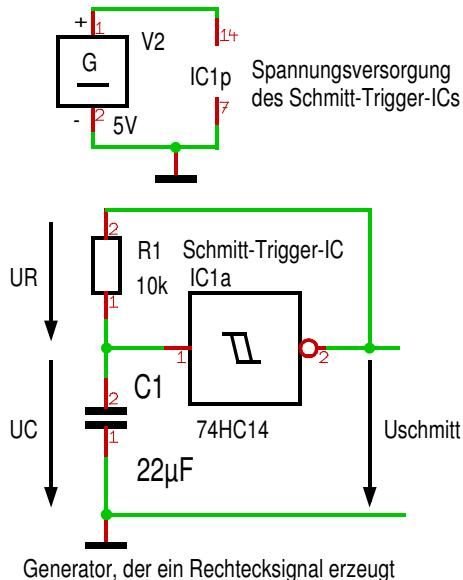


- Am Ausgang des Schmitt-Triggers erhält man entweder 5V (High) oder 0V (Low). Es handelt sich um ein Bauteil der Digitaltechnik.
- An den Eingang des Schmitt-Triggers wird zu Testzwecken ein Dreiecksignal angelegt.
- Wenn die Eingangsspannung kleiner ist als die untere Schaltschwelle, dann ist die Ausgangsspannung High (5V).
- Wenn die Eingangsspannung größer ist als die obere Schaltschwelle, dann ist die Ausgangsspannung Low (0V).
- Wenn die Eingangsspannung zwischen den Schaltschwellen liegt, dann bleibt die Ausgangsspannung so wie sie vorher war.
- Typische Anwendung ist eine Heizungssteuerung: die Eingangsspannung des Schmitt-Triggers ist proportional der Temperatur, der Ausgang schaltet die Heizung an und aus.

### 5.2 Schmitt-Trigger mit Sinusspannung untersuchen



### 5.3 Funktion des Rechteckgenerators untersuchen



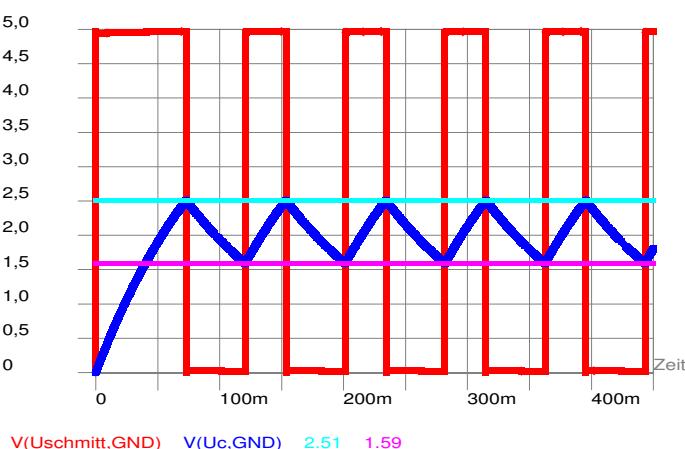
- Zu Beginn ist der Kondensator entladen  $U_c = 0V$
- Da die Eingangsspannung des Schmitt-Triggers unterhalb der Schaltschwelle liegt, ist die Ausgangsspannung 5V (High)
- Der Kondensator lädt sich über den Widerstand auf  $\rightarrow U_c$  steigt
- Sobald  $U_c$  die obere Schaltschwelle des Schmitt-Triggers überschreitet, wird die Ausgangsspannung 0V (Low).
- Nun entlädt sich der Kondensator über den Widerstand.
- Sobald  $U_c$  die untere Schaltschwelle des Schmitt-Triggers unterschreitet, wird die Ausgangsspannung wieder High und der Vorgang beginnt von vorne.
- Erzeugte Frequenz:  $f = 1 / 170\text{ms} = 5,9\text{Hz}$

#### 5.3.1 Vergrößerung der Frequenz

- Entweder Widerstand verkleinern  
 $\rightarrow$  Strom größer  
 $\rightarrow$  Kondensator lädt sich schneller auf
- Oder Kondensator verkleinern  
 $\rightarrow$  Kondensator ist schneller aufgeladen

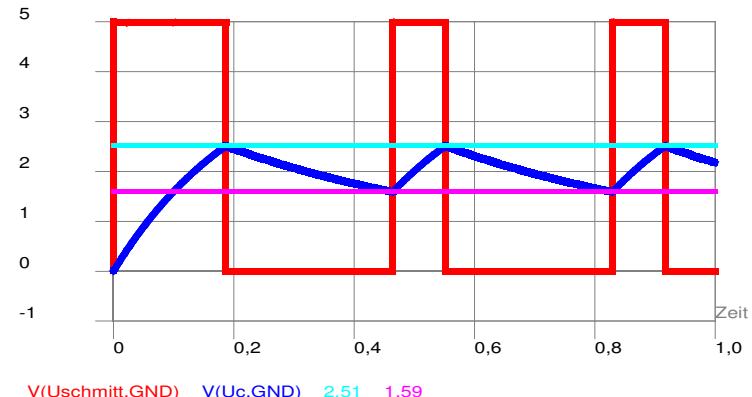
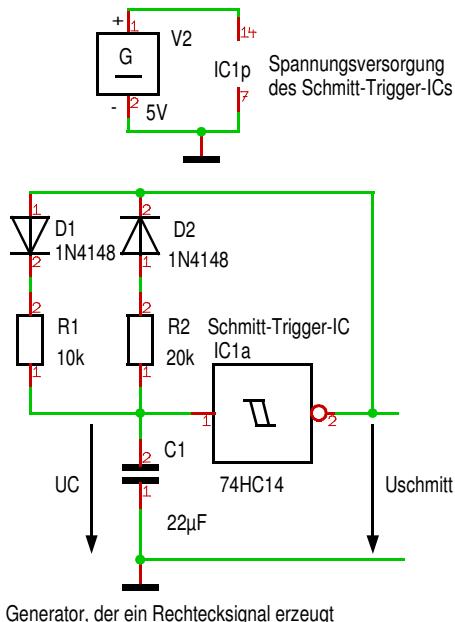
$$R = 4,7\text{k}\Omega \text{ und } C1 = 22\mu\text{F}$$

$\rightarrow$  Frequenz:  $f = 1 / 83\text{ms} = 12\text{ Hz}$

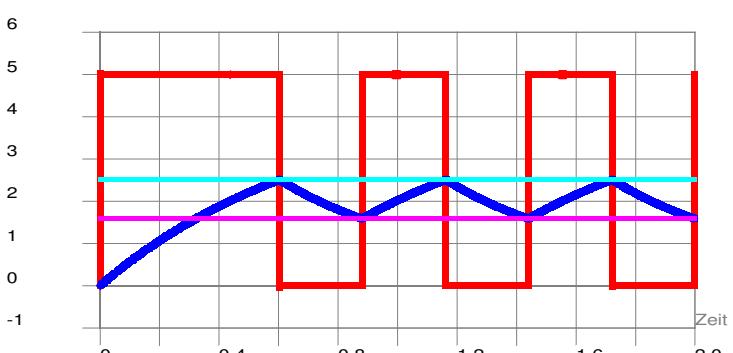
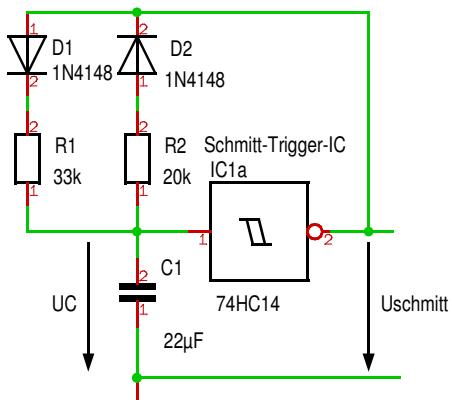


## 5.4 Rechteckgenerator mit variablem Tastgrad

Die Zeiten, in der das Rechtecksignal High bzw. Low ist, lassen sich getrennt einstellen.

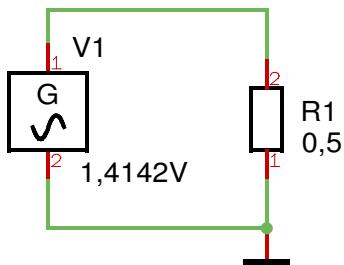


- Der Kondensator lädt sich über D1, R1 auf, daher wird die Aufladezeit von R1 und C1 bestimmt.  
Folgerung: die High-Zeit des Rechtecksignals wird mit R1 und C1 festgelegt.
- Der Kondensator entlädt sich über R2 und D2, daher wird die Entladezeit von R2 und C1 bestimmt.  
Folgerung: die Low-Zeit des Rechtecksignals wird mit R2 und C1 festgelegt.
- Z.B. mit  $R1 = 33k\Omega$  und  $R2 = 20k\Omega$  ist die High und Low-Zeit des Rechtecksignals gleich lang.
- Mit C1 wird die High-Zeit und die Low-Zeit gleichzeitig verändert.

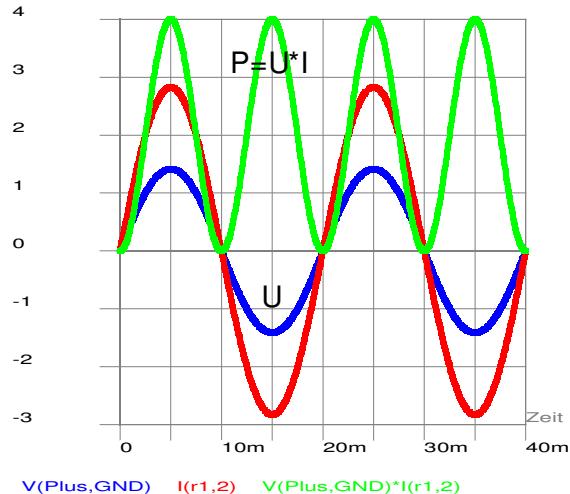


## 6 RLC-Schaltungen an Wechselspannung

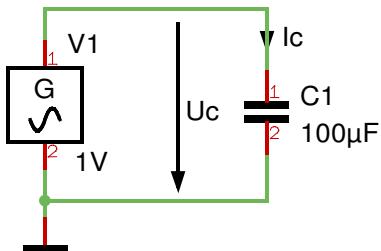
### 6.1 Widerstand an Wechselspannung



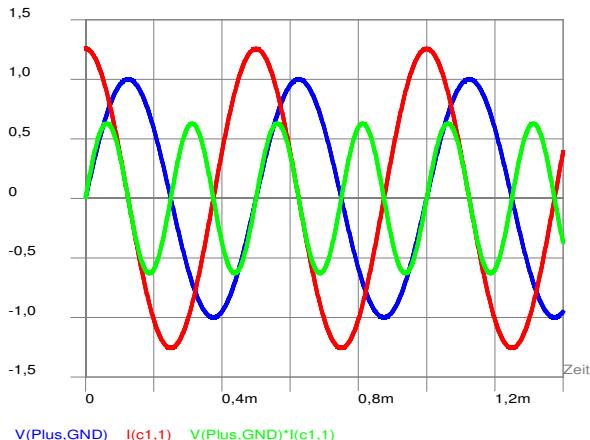
- U und I sind phasengleich
- P erhält man durch Multiplikation der Momentanwerte von U und I
- P hat die doppelte Frequenz von U und ist immer positiv → Wirkleistung



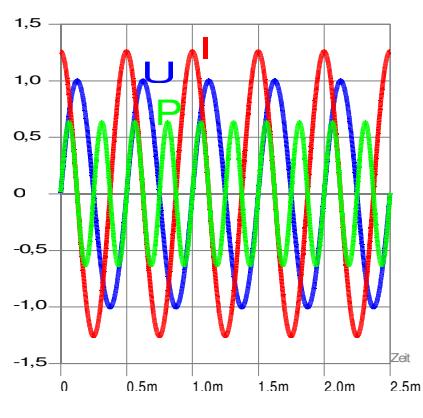
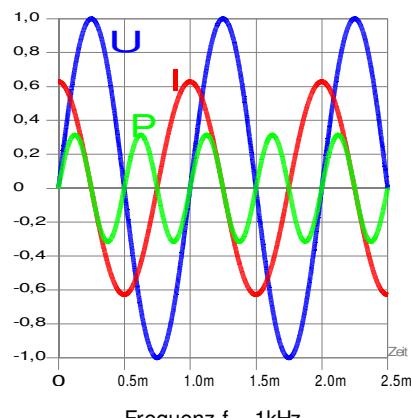
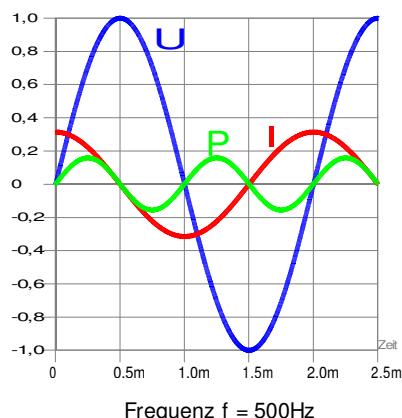
### 6.2 Kondensator an Wechselspannung



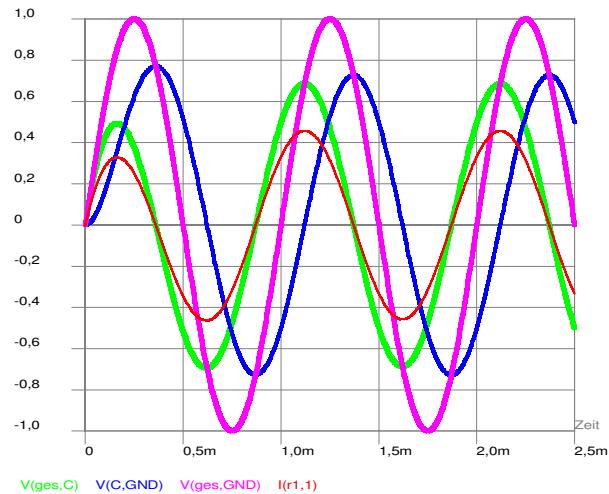
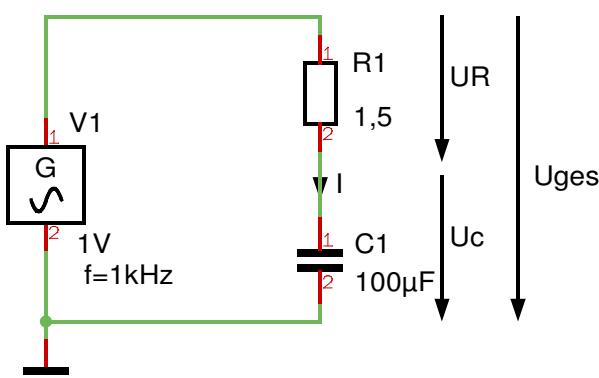
- I eilt 90° vor U
- P ist abwechselnd positiv und negativ → Blindleistung
- I und P sind frequenzabhängig



#### 6.2.1 Frequenzabhängigkeit untersuchen



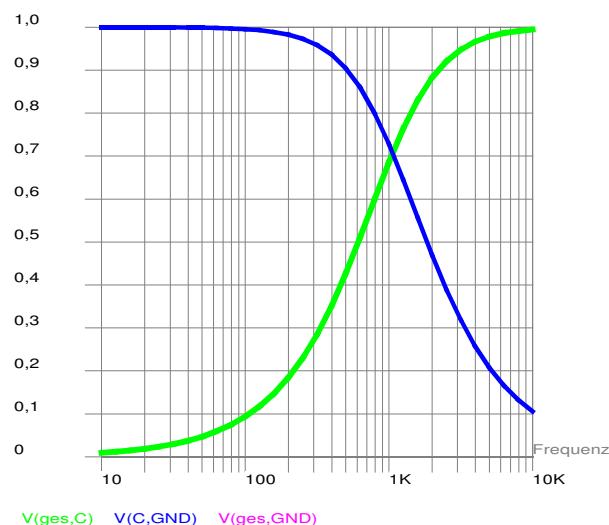
## 6.3 RC-Reihenschaltung



- $U_{\text{ges}}$  erhält man durch Addition der Momentanwerte von  $U_R$  und  $U_C$
- Beweis: Im Graphenrechner  $U_R$  und  $U_C$  addieren

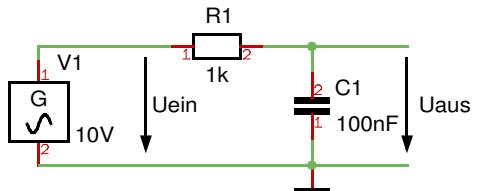
### 6.3.1 Frequenzgang

- erhält man mit AC-Analyse
- im Oszilloskop-Fenster X-Achse logarithmisch einstellen
- $f \uparrow \rightarrow X_C \downarrow \rightarrow U_C \downarrow$
- $f \uparrow \rightarrow X_C \downarrow \rightarrow Z \downarrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow U_R \uparrow$
- Grenzfrequenz ablesen
- Ausgang =  $U_C \rightarrow$  Tiefpass-Verhalten
- Ausgang =  $U_R \rightarrow$  Hochpass-Verhalten

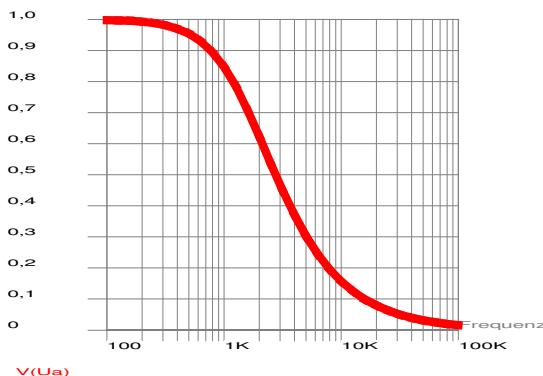


## 6.4 Filter

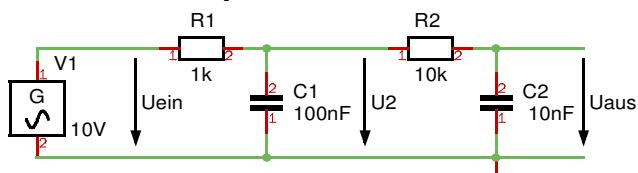
### 6.4.1 RC-Tiefpass



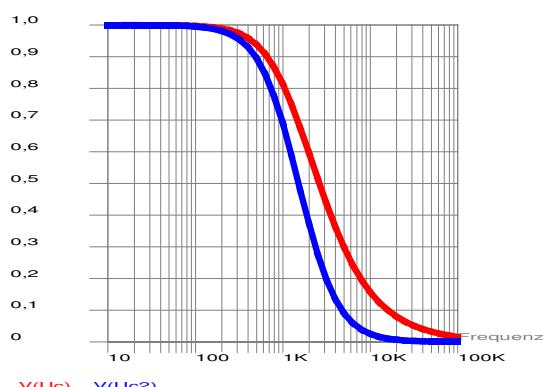
im Ozilloskop-Fenster -> Ansicht -> Achse logarithmisch



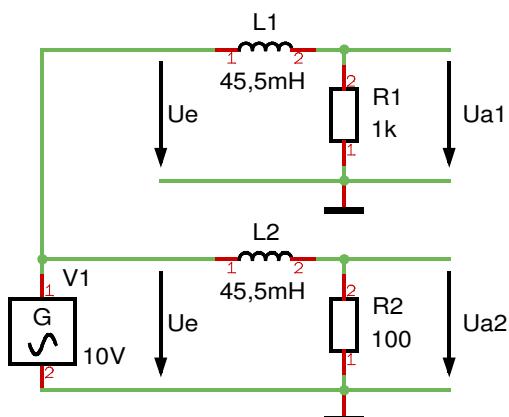
### 6.4.2 RC-Tiefpass



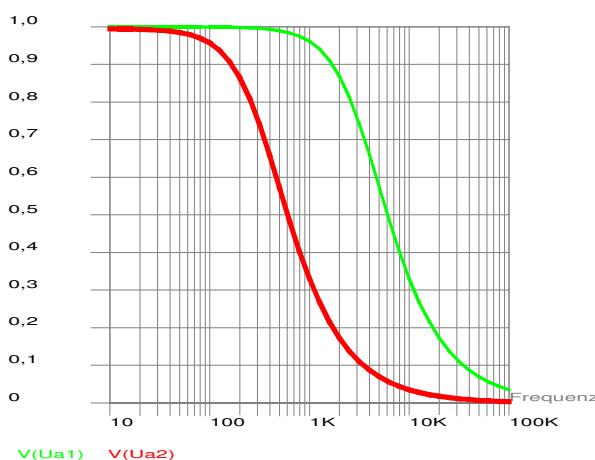
im Ozilloskop-Fenster -> Ansicht -> Achse logarithmisch



### 6.4.3 RL-Tiefpässe

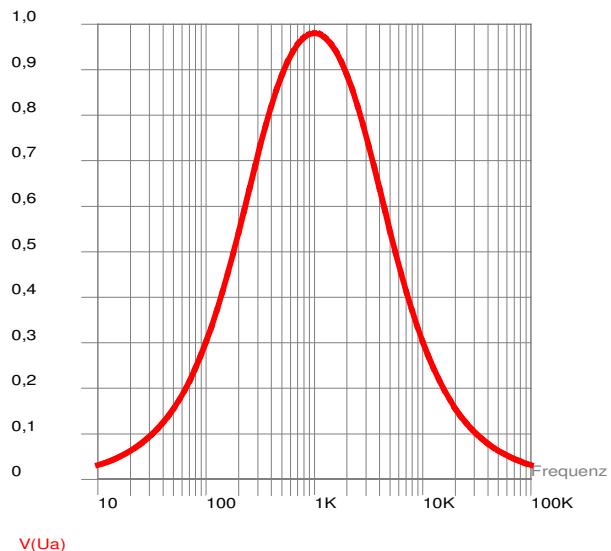
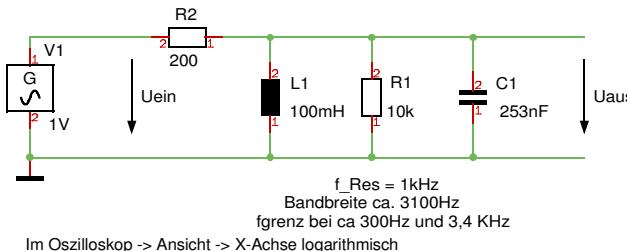


im Ozilloskop-Fenster -> Ansicht -> Achse logarithmisch



#### 6.4.4 Bandpass mit Schwingkreis

Bandpass aus Schwingkreis mit Vorwiderstand



#### 6.4.5 Bandpass aus HP und TP

Bandpass aus Hochpass und Tiefpass

Um auch den Frequenzgang des Tiefpasses darstellen zu können, ist ein identischer Tiefpass parallel an die Quelle geschaltet.

