

Übung 1: Laborgeräte / Gleichstrom

1. Widerstandskombinationen

Die folgenden vier Widerstandsarrangements (siehe Abbildung 1) sind in der ersten Aufgabe zu analysieren.

- Versuchen Sie zuerst den jeweiligen Gesamtwiderstand **abzuschätzen!**
- **Messen** Sie die resultierenden Widerstände mit dem Multimeter (einzelner Aufbau: zuerst a, dann b, dann c...; nicht alle gleichzeitig).
- Rechnen Sie im Nachgang (Hausübung) die exakten Werte aus.

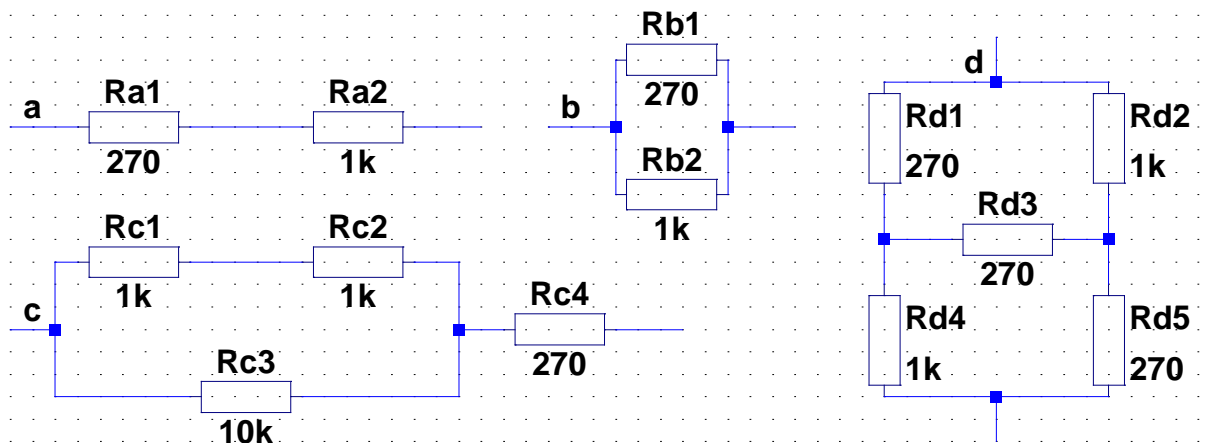


Abbildung 1 Widerstandskombinationen
Quelle: Eigene Ausarbeitung in LTspice XVII

- *Dokumentieren Sie, was Sie für notwendig halten, um später selbstständig mit dem Experimentierboard zu arbeiten!*
- *Geschätzte Werten: Hier ist wichtig zu argumentieren, warum das so ist.*
- *Bei Berechnungen sind auf alle Fälle Formeln und eventuelle vereinfachende Skizzen notwendig!*
- *Bei einem Protokoll müssen auf alle Fälle die Messschaltungen (Schaltung mit eingezeichneten Messgeräten) vorhanden sein. Als Ergänzung kann wo sinnvoll auch ein Foto vom Aufbau dabei sein.*
- *Eine Tabelle mit allen Werten (geschätzt, gemessen, berechnet) sollte in einem Protokoll auch vorhanden sein.*

2. Spannungsmessung mit Multimeter in Serienschaltung

- Vervollständigen Sie die Schaltung in Abbildung 2 zu einer Serienschaltung.
- Zeichnen Sie zusätzlich drei Voltmeter zur Messung der Spannung an den Widerständen ein.
- Bauen Sie anschließend die Schaltung auf.
- Messen Sie **gleichzeitig mit drei Multimetern** die Spannungen an den Widerständen.
- Berechnen Sie das genaue Ergebnis im Nachgang (Hausübung).

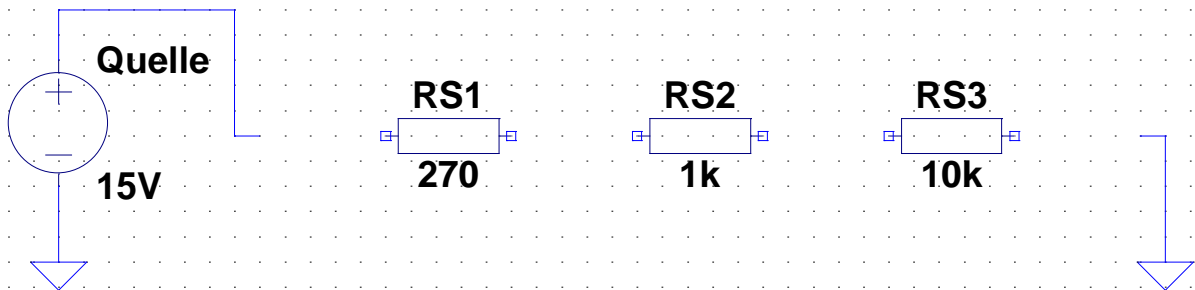


Abbildung 2 Widerstände Serienschaltung
Quelle: Eigene Ausarbeitung in LTspice XVII

Dokumentieren Sie, was Sie für notwendig halten, um später selbstständig Spannungen messen zu können! Auch hier sind Kombinationen aus Text, Skizzen, und Tabellen (ev. auch Fotos) für ein Protokoll ein guter Lösungsweg.

3. Strommessung mit Multimeter in Widerstands- Parallelschaltung

- Vervollständigen Sie die Schaltung in Abbildung 3, sodass die drei Widerstände parallel zur Spannungsquelle sind. Achtung: Zeichnen Sie dabei zusätzlich drei Amperemeter zur Messung der Ströme durch die Widerstände ein.
- Bauen Sie die Schaltung auf!
- Messen Sie **gleichzeitig mit drei Multimetern** die Ströme durch die Widerstände.
- Berechnen Sie das genaue Ergebnis im Nachgang (Hausübung).

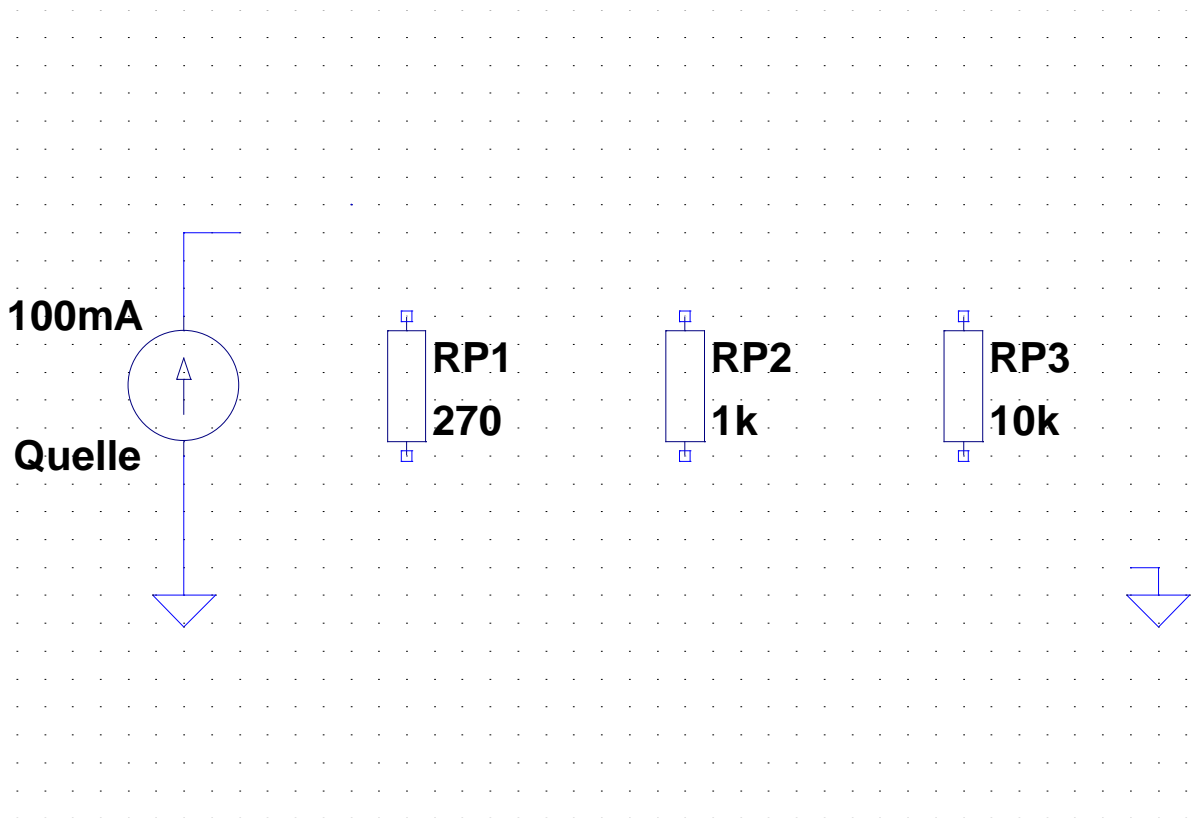


Abbildung 3 Widerstände Parallelschaltung
Quelle: Eigene Ausarbeitung in LTspice XVII

Dokumentieren Sie, was Sie für notwendig halten, um später selbstständig Ströme messen zu können!

4. Aufnahme der I/U Kennlinie einer Leuchtdiode (LED)

Leuchtdioden sollten mit Konstantstrom betrieben werden. Oft sind aber nur Konstantspannungsquellen (Batterien, Netzgeräte, ...) verfügbar. Diese werden durch Zugabe eines Vorwiderstandes in Konstantstromquellen umgewandelt (Stichwort: Quellumwandlung linearer Quellen).

- Ermitteln Sie für eine **rote LED** mit $I_{\text{sol}}=10\text{mA}$ (siehe Kennlinie Abbildung 4) einen passenden Vorwiderstand R_v für eine **Konstantspannungsquelle mit 5V!**
- Kontrollieren Sie, ob dabei die maximale Verlustleistung des Widerstands ($P_{\text{max}} = 0,6\text{W}$) eingehalten wird!
- Zeichnen Sie in Abbildung 5 die Messgeräte für **spannungsrichtige** Messung (I,U) an der LED ein!
- Bauen Sie die Schaltung auf.

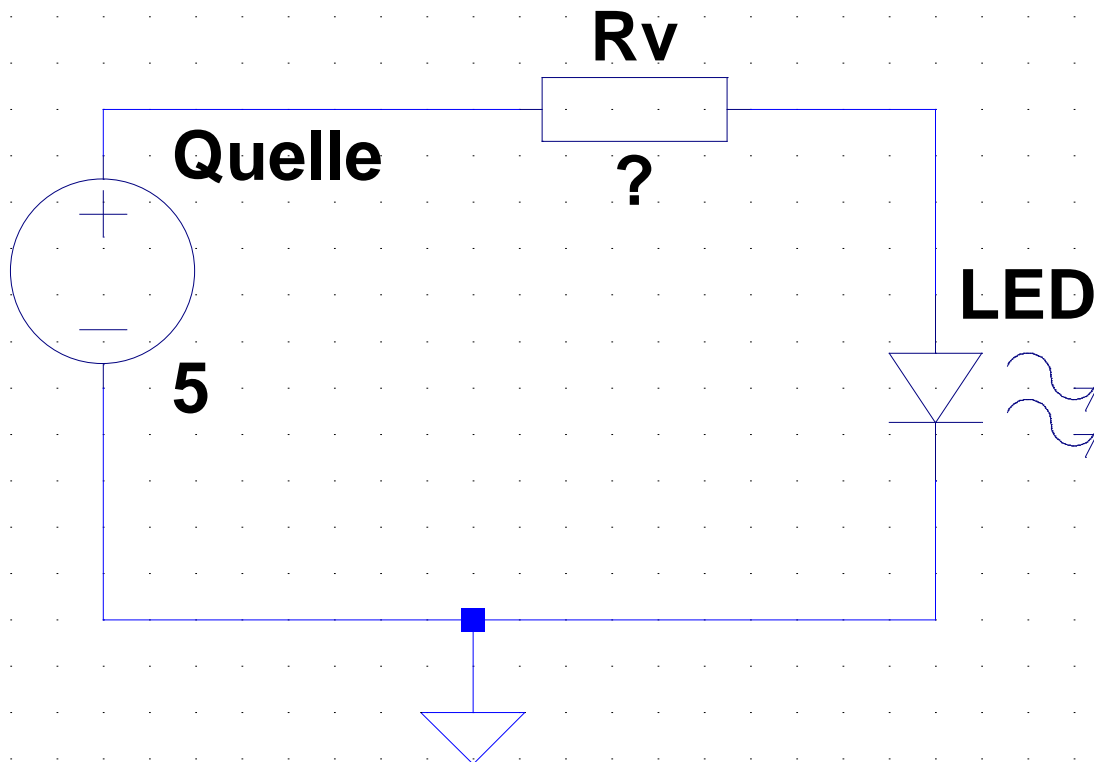
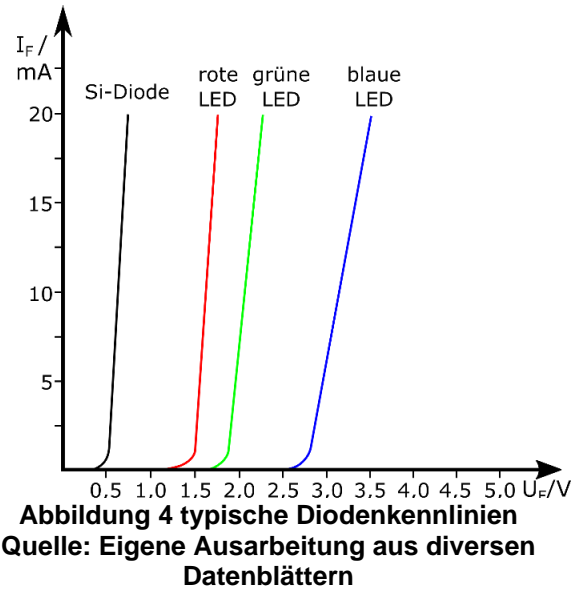


Abbildung 5 LED-Schaltung Aufbau
Quelle: Eigene Ausarbeitung in LTspice XVII

- Überlegen Sie, in welchem Bereich der Kurve es sich rentiert, eine höhere Dichte an Messpunkten zu verwenden!

Stellen Sie die **Strombegrenzung maximal auf 20mA**.

- Durch Verändern der Werte an der Spannungsquelle kann jeder beliebige Betriebspunkt eingestellt werden! Messen Sie damit eine Reihe an Punkten, die Sie für notwendig erachten, um die Kennlinie nachzumessen. Notieren Sie die Werte in EXCEL (zwei Spalten: Spalte 1: x- Werte, Spalte 2: y-Werte) und erstellen Sie das Strom/Spannungsdiagramm in EXCEL.
- Berechnen Sie den differentiellen Widerstand der Diode um den Arbeitspunkt.

Dokumentieren Sie sämtliche Schritte, damit diese für Sie auch selbstständig nachvollziehbar sind: Was ist beim Einbau von LEDs besonders zu beachten ist? Warum haben Sie welche Punkte für die Rekonstruktion der Kurve gewählt? Was bedeutet der differentielle Widerstand?

5. Messfehler durch Multimeter

ACHTUNG: Programmieren Sie für die folgenden Übungen die Strombegrenzung auf 100mA!

Reale Multimeter weisen nicht-ideale Widerstandswerte auf. Was diese für eine Messung bedeuten können wird in den nächsten zwei Aufgaben aufgezeigt.

5.1. Spannungsmessung:

- Bauen Sie die Schaltung aus Abbildung 6 auf! Achtung: „Ri“ symbolisiert schon das Messgerät (Innenwiderstand Ri des Messgerätes!)
- Welcher Spannungswert wird erwartet?
- Messen Sie die Ausgangsspannung U_{aus} in folgenden Szenarien:
 1. $R_1 = R_2 = 10\text{k}\Omega$
 2. $R_1 = R_2 = 10\text{M}\Omega$ – Messung der Spannung mit FLUKE Multimeter
 3. $R_1 = R_2 = 10\text{M}\Omega$ – Messung der Spannung mit Keysight Multimeter
 4. $R_1 = R_2 = 10\text{M}\Omega$ – Keysight Multimeter im “Auto-Modus” (“Input Z”)

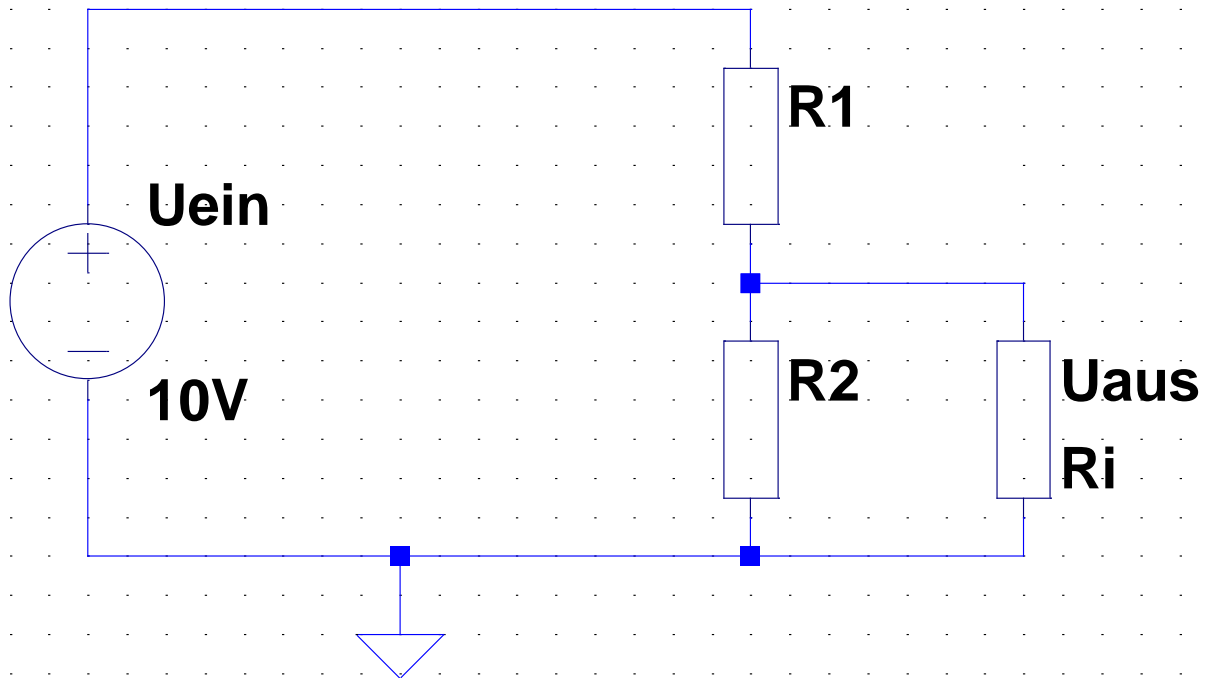


Abbildung 6 Messschaltung Innenwiderstand Voltmeter

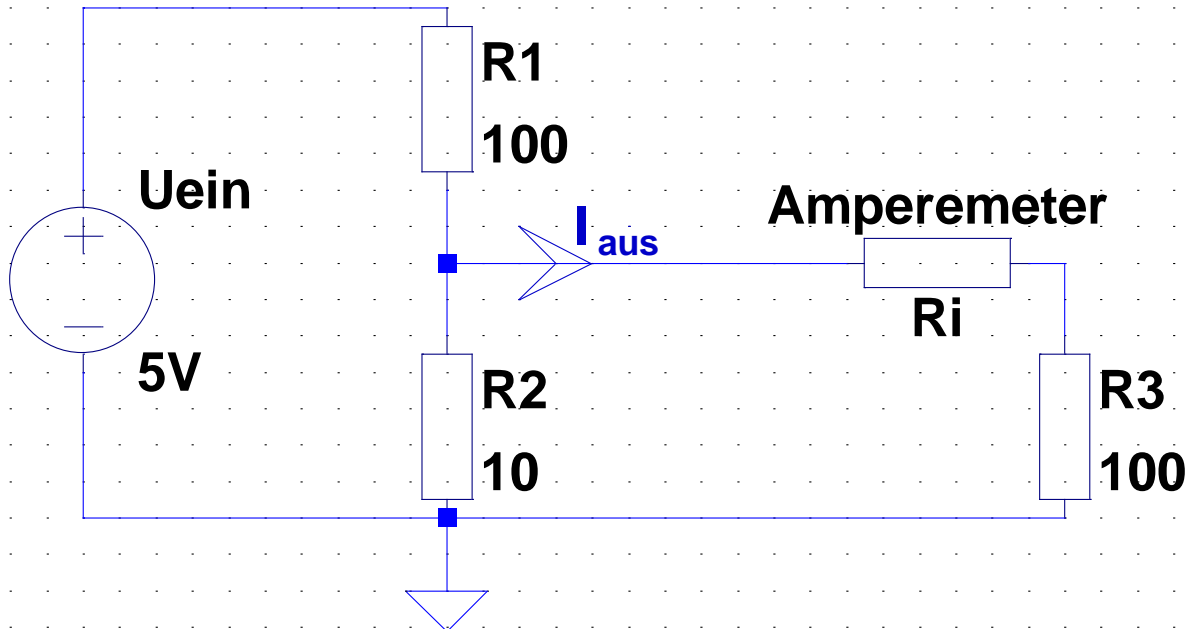
Quelle: Eigene Ausarbeitung in LTspice XVII

- Berechnung Sie im Nachgang (Hausübung) den tatsächlichen Ri bei den beiden Messungen, die eine erhebliche Abweichung vom erwarteten Wert liefern! Verwenden Sie das Ersatzquellenverfahren dafür!

ACHTUNG: Diese Anordnung ist absichtlich so gewählt, dass der Einfluss des Messgerätewiderstandes sehr hoch ist! Das ist in der Praxis SELTEN der Fall. Überlegen Sie, unter welchen Rahmenbedingungen das der Fall sein kann!

5.2. Strommessung:

- Bauen Sie die Schaltung aus Abbildung 7 auf. ACHTUNG: R_i symbolisiert in dieser Schaltung bereits das Multimeter (R_i = Innenwiderstand des Multimeters)
- Messen Sie den Ausgangsstrom I_{aus} in folgenden Szenarien:
 1. Fluke – Multimeter im mA – Bereich
 2. Fluke – Multimeter im μA – Bereich
 3. Keysight Multimeter im Messbereich für kleine Ströme



**Abbildung 7 Messschaltung Innenwiderstand
Amperemeter
Quelle: Eigene Ausarbeitung in LTspice XVII**

- Berechnung Sie im Nachgang (Hausübung) den tatsächlichen R_i aller Messungen! Verwenden Sie das Ersatzquellenverfahren dafür!

ACHTUNG: Bei einer Strommessung tritt der Fall der Beeinflussung der Schaltung durch den Einbau der Messgeräte eher häufig auf. Überlegen Sie, was Sie in der Praxis bei Strommessungen daher immer bedenken müssen!