

**Allgemeiner Hinweis:** Achte zu deinem eigenen Schutz und dem der Geräte und Bauteile darauf, dass du die Anweisungen verstanden und genau befolgt hast. Kontrolliere immer erst die Schaltung, bevor du die Stromquelle anschließt. Beachte, dass Elektrolytkondensatoren und Dioden müssen polrichtig eingebaut werden.

**Benötigte Materialien:** 2 Transistoren BC547, 2 Glühlämpchen(3,8V/0,07A), 1 Mikrofonkapsel, 1 Kopfhörer (Walkman), 1 Multimeter, Widerstände: 47Ω, 3,3kΩ, 4,7kΩ, 10kΩ (2 St.), 22kΩ, 470kΩ, 1MΩ (3 St.), Kondensatoren: 100nF (2 St.), 220μF, Grundplatte, Verbindungsdrähte, Reißnägel.

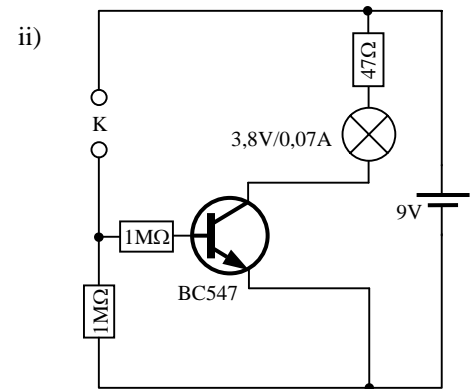
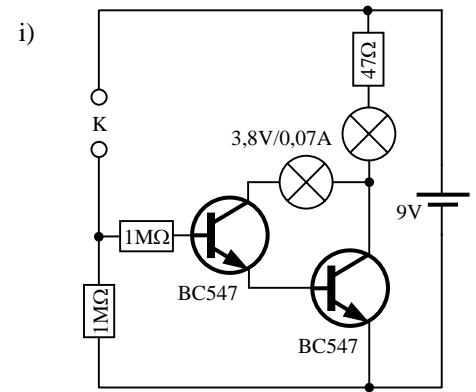
Eine Gleichspannung von 9V wird über die Buchsen 1 und 2 der Schalttafel bereitgestellt (Buchse 1/Pluspol, Buchse 2/Minuspol). Für den Anschluss werden 2 Anschlusskabel und 2 Krokodilklemmen benötigt. Alternativ kann eine 9V-Batterie verwendet werden.

**Vorbemerkung:** Für viele Anwendungen reicht die Stromverstärkung, die sich mit einem einzelnen Transistor erreichen lässt nicht aus (z. B ist die Verstärkung, eines einstufigen Mikrofonverstärker für praktische Anwendungen nicht zufriedenstellend). Deshalb werden oft zwei oder mehrere Transistoren „hintereinander“ geschaltet, um so auch noch kleinste Steuerströme verstärken zu können.

### Aufgabe 1:

Die abgebildete Schaltung (i) zeigt eine sog. Darlington-Schaltung. Baue Schaltung (i) auf (Vorlage „Darlington-Schaltung“). Der Kontakt K soll durch 2 Reißnägel im Abstand von 2-3cm realisiert werden.

- Verbinde den Kontakt K leitend mit den Fingern. Beobachte, wie sich die Helligkeit der Lämpchen ändert, wenn du kräftiger bzw. weniger kräftig auf die Reißnägel drückst.
- Überprüfe, ob das Lämpchen beim Überbrücken des Kontakts auch noch leuchtet, wenn ein Transistor aus der Schaltung entfernt wird (Schaltung (ii)).
- Erläutere die Funktion von Schaltung (i).
- Überbrücke bei Schaltung (i) den Kontakt K mit einem Widerstand von 1MΩ. Miss dann jeweils die Basis- und Kollektorstromstärken in den einzelnen Stromzweigen. Bestimme daraus die Stromverstärkungen der einzelnen Transistoren der Schaltung (i) sowie die Gesamtstromverstärkung.
- Schaltung (i) kann als Feuchtigkeitsmelder verwendet werden. Befeuchte zur Demonstration das Papier zwischen den Reißnägeln des Kontaktes K, bis die Lampe zu leuchten beginnt.



Anmerkung: Ein denkbarer Einsatzort für einen solchen Feuchtigkeitsmelder ist z. B. die Überwachung des Feuchtigkeitsstands in Blumentöpfen. Dazu müssen mit dem Kontakt K nur Drähte verbunden werden, die in die Erde des Blumentopfs gesteckt werden. Die Drähte dürfen sich dabei natürlich nicht berühren und müssen zumindest an den in die Erde gesteckten Enden abisoliert werden. Ist die Erde noch feucht genug, wird sie den Strom leiten und die Lampe leuchtet. (Anstelle des Glühlämpchens kann zur Anzeige auch eine Leuchtdiode verwendet werden, die gegenüber dem Glühlämpchen eine geringere Leistungsaufnahme besitzt.)

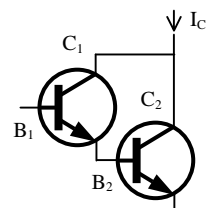
Überlege dir weitere Anwendungen für diese Schaltung.

- Auch ein Bleistiftstrich kann den elektrischen Strom leiten. Zeichne zur Demonstration einen dicken Bleistiftstrich an eine trockene Stelle der Vorlage und befestige die Reißnägel des Kontaktes K an den Enden der Linie. Versuche den Widerstand des Bleistiftstrichs bzw. die Stärke des Stroms durch den Strich zu messen.

### Aufgabe 2:

Die abgebildete Schaltung zeigt eine Darlington-Schaltung aus zwei npn-Transistoren.

- Begründe, dass für die Kollektorstromstärken dieser Darlington-Schaltung gilt:  $I_C = I_{C1} + I_{C2}$
- Zeige, dass für die Gesamtstromverstärkung  $\beta$  der Schaltung gilt:  $\beta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_1 \cdot \beta_2$
- Begründe, warum die Gesamtstromverstärkung der Darlington-Schaltung in guter Näherung gleich dem Produkt der Stromverstärkungen der beiden einzelnen Transistoren ist.
- Überprüfe die für die Gesamtstromverstärkung gefundenen Ausdruck anhand der in Aufgabe 2d durchgeführten Messungen.



**Aufgabe 3:**

Mit einer Darlington-Schaltung lassen sich auch die Signale eines Mikrofons zufriedenstellend verstärken. Die abgebildete Schaltung zeigt die entsprechende Erweiterung des in der Übung „Transistor - Arbeitspunkt“ vorgestellten einstufigen Mikrofonverstärkers.

Baue die Schaltung auf (Vorlage „zweistufiger Mikrofonverstärker“) und überzeuge dich von den ausgezeichneten Verstärkungseigenschaften (Während leise Eingangssignale sehr gut verstärkt werden, neigt die Schaltung bei sehr lauten Eingangssignalen zum *übersteuern*).

Damit nur der Wechselstromanteil durch den zweiten Transistor verstärkt wird, ist er vom ersten Transistor durch einen Kondensator getrennt. Warum kann das Ausgangssignal des ersten Transistors nicht direkt auf die Basis des zweiten Transistors geleitet werden?

Anmerkung: Die Zuleitungen zu der Mikrofonkapsel können dabei relativ lang gewählt werden (>20m). Falls die Anschlussleitungen allerdings zu lang werden, dämpft der Leitungswiderstand das Signal zu stark ab, um es noch ausreichend weiter zu verstärken. Welche Anschlusslänge noch möglich ist, hängt außerdem vom Durchmesser der verwendeten Zuleitungen ab. Am Besten einfach ausprobieren!

Hinweis: Funktioniert die Schaltung nicht oder werden Bauteile sehr heiß, trenne sofort die Stromquelle von der Schaltung. Bevor du sie erneut anschließt überzeuge dich von der ordnungsgemäßen Verdrahtung und ob alle Transistoren, Dioden und Elektrolytkondensatoren richtig eingebaut wurden.

