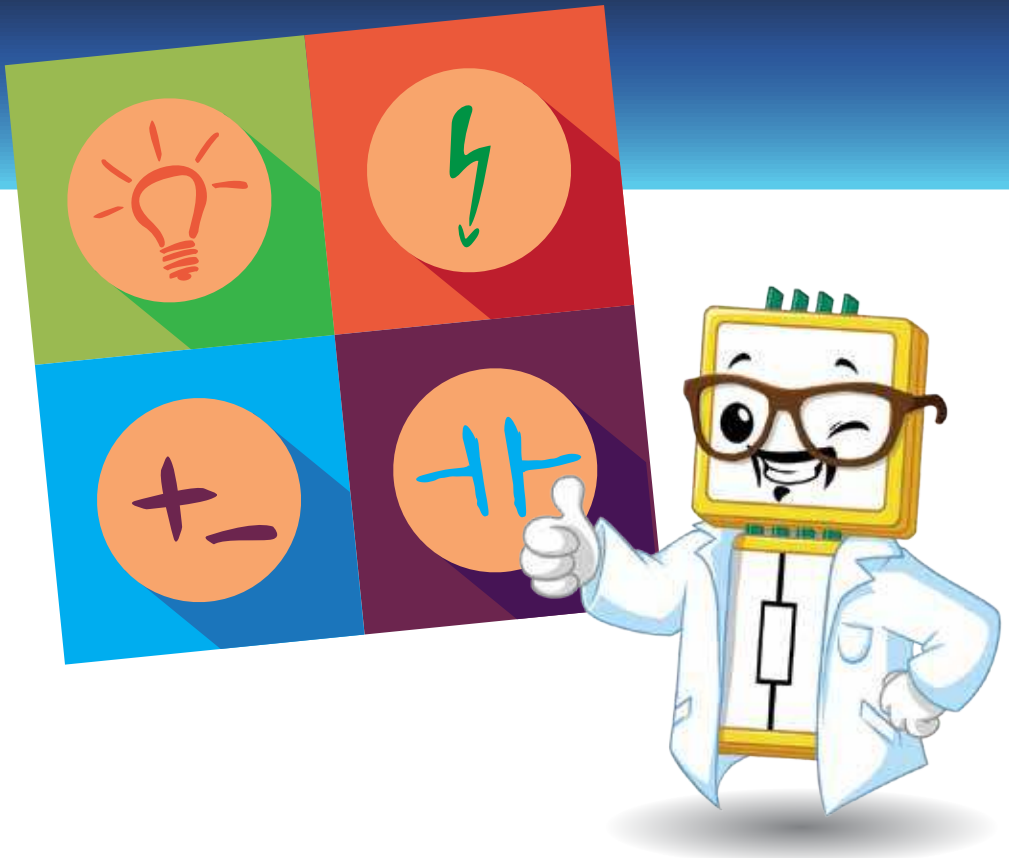




Basic Set

Einstieg in die Elektronik

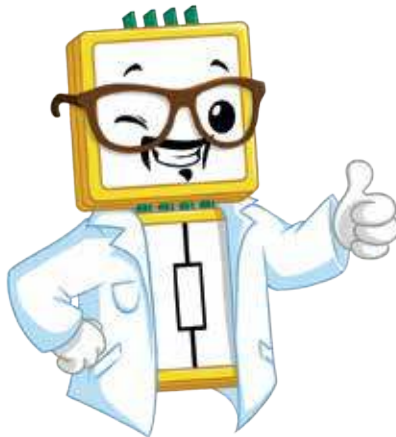


The best way to learn !

Maker aufgepasst:

Das Handbuch ist noch nicht das Ende! Auf unserer Website www.brickrknowledge.de kannst du der Open Source Community beitreten und deine eigenen Ideen und Wünsche einbringen. Außerdem findest du dort unsere neuesten Videos, Schaltungen, Bricks und vieles mehr.

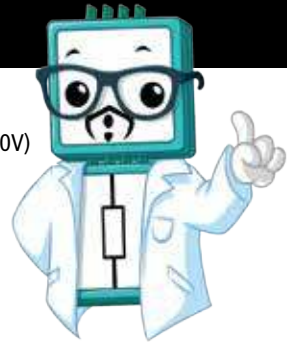
Die Zukunft der Maker Generation liegt in deinen Händen!





1.	Sicherheitshinweise	4
2.	Vorwort	5
3.	Vorstellung der Elemente und Eigenschaften	6
4.	Kurze Vorstellung der Bausteine	7
4.1	Stromkreis - Eine kurze Einführung	10
4.2	LED leuchtet	11
4.3	Unterbrochener Stromkreis	12
4.4	Masse und Bausteine	13
4.5	Vereinfachte Schaltung mit Massebausteinen	15
4.6	Zwei LEDs - Parallelschaltung	16
4.7	Polungsmessung	17
4.8	Zwei LEDs - Serienschaltung	18
4.9	Der Widerstand	19
4.10	Der Widerstand wird größer	20
4.11	Widerstand in einer Serienschaltung	21
4.12	Widerstand als Parallelschaltung	22
4.13	Das Potentiometer	23
4.14	Das Potentiometer als Spannungsteiler	24
4.15	Erweiterter Bereich des Potentiometers (unten)	25
4.16	Erweiterter Bereich des Potentiometers (oben)	26
4.17	Schwellspannung	27
5.	LDR - Lichtempfindlicher Widerstand	28
5.1	LDR - Licht an bei Dunkelheit	29
5.2	LDR - Licht an bei Dunkelheit - Empfindlicher	30
6.	Kondensator als Ladungsspeicher	31
6.1	Kondensator mit größerer Kapazität	32
6.2	Kondensator - wie ein kleiner Akku	33
6.3	Kondensator zweigleisig	34
6.4	Kondensator permanent	35
7.	Der Transistor als Verstärker	36
7.1	Der Transistor als Schalter	37
7.2	LDR und Transistor	38
7.3	LDR und Transistor - Nachtlicht	39
7.4	LDR und Transistor - Einstellbares Nachtlicht	40
7.5	Der Transistor in Kollektorschaltung	41
8.	Nachwort	42

1. Sicherheitshinweise



Achtung, die Bausteine des Elektroniksets **NIE** direkt an das Stromnetz (230V) anschließen, andernfalls besteht Lebensgefahr!

Zur Spannungsversorgung (9V) ausschließlich das mitgelieferte Netzteil (Batteriebaustein) verwenden. Die Versorgungsspannung beträgt hier gesundheitsungefährliche 9 Volt bei einem Stromfluss von ca.1 Ampere.

Man muss bitte Sorge dafür tragen, dass offen herumliegende Drähte nicht in Berührung oder Kontakt mit Steckdosenleisten (gewöhnliche Zimmerverteiler) kommen bzw. in diese hineinfallen, auch hier besteht andernfalls die Gefahr eines gesundheitsgefährlichen Stromschlags bzw. elektrischen Schocks.

Schauen Sie niemals direkt in eine Leuchtdiode (LED), da hier die Gefahr besteht, die Netzhaut zu schädigen (blenden). Die Netzhaut befindet sich im Auge und hat die Aufgabe, die einfallenden Lichtreize durch die auf ihr befindlichen Zapfen (das Farbsehen) und die ebenfalls auf ihr befindlichen Stäbchen (Hell-,Dunkelsehen) in für das Gehirn verwertbare Reize umzuwandeln.

Es werden zwei LED-Bausteine mitgeliefert: LED "grün" (2mA) und LED "gelb" (2mA) mit einer Stromaufnahme von 2 Milli-Ampere. Den im Elektronikset mitgelieferten gepolten Kondensator (Tantalkondensator) (100µF) mit der Kapazität von 100 Mikro-Farad niemals mit dem mit "Plus" gekennzeichneten Kontakt direkt oder indirekt an den mit "Minus" gekennzeichneten Anschluss der Spannungsversorgung (9V) anschließen, sondern den mit "Plus" gekennzeichneten Anschluss nur direkt oder indirekt an den mit "Plus" gekennzeichneten Kontakt der Spannungsversorgung (9V) anbinden.

Man spricht hier von der Polung! Ist der Tantalkondensator falsch gepolt, also diese im vorangegangenen beschriebene Regel nicht eingehalten, kann dieser zerstört werden -> Explosionsgefahr!

Es ist unbedingt darauf zu achten, das mitgelieferte Netzteil (Batteriebaustein) nach den Versuchsaufbauten wieder von allen Bausteinen zu trennen, andernfalls besteht die Gefahr eines Elektrobrandes!

Kinder unter 8 Jahren sollten das Elektronikset nur unter Aufsicht eines Erwachsenen verwenden!

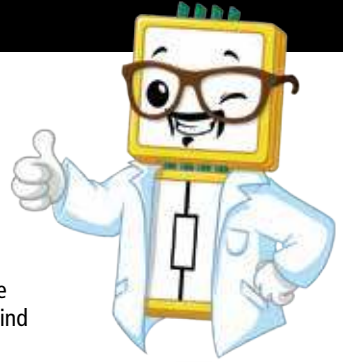


Bausteine oder andere Teile des Elektroniksets nicht verschlucken, andernfalls sofort einen Arzt hinzuziehen!

Aktuelle Informationen zu allen Bricks, sowie Beispielschaltungen und direkte Bestellmöglichkeiten finden Sie unter:

Download link for english manual: www.brickrknowledge.com

2. Vorwort



Das Elektronikset Brick'R'knowledge ist eine Weltneuheit, die zum ersten Mal auf der Maker World in Friedrichshafen bei der HAM Radio Ausstellung am 28.06.2014 vorgestellt wurde.

Das Besondere an unserem Elektronikset ist, dass die einzelnen Bausteine über ein Stecker-System verbunden werden, bei dem die Teile baugleich sind (Hermaphrodite). So können auch knifflige Stromkreise realisiert werden. Auch das Zusammenstecken der einzelnen Bausteine in verschiedenen Winkeln ist möglich! Für die Rückführung der 0 Volt (0V, Masse) sind gleich zwei Kontakte vorhanden!

Damit lassen sich kompakte Schaltungen aufbauen, bei der die 0V-Rückführung für eine stabile Spannungsversorgung der Bausteine sorgt. Eine weitere Besonderheit ist, dass man solche Schaltungen sehr leicht erklären und dokumentieren kann.



3. Vorstellung der Elemente und Eigenschaften

Um die Bauelemente zu verstehen, müssen wir drei grundlegende Begriffe aus der Elektrizitätslehre erklären.

Zuerst die **elektrische Spannung** (Einheit Volt "V" und das Formelzeichen "U"): Diese beschreibt die Kraft des elektrischen Feldes mit der die Ladungsträger gezwungen werden eine gerichtete Bewegung auszuführen. Sie ist nach Alessandro Volta benannt, einem berühmten Pionier der Physik. Er lebte in Italien von 1745 bis 1827.

Die **elektrische Stromstärke** (Einheit Ampere "A" und das Formelzeichen "I"): Sie beschreibt die Anzahl der elektrischen Ladungen, die in einer bestimmten Zeit einen Querschnitt einer z.B. elektrischen Leitung durchfließen. Er ist nach André-Marie Ampère, einem berühmten französischen Physiker und Mathematiker benannt, er lebte von 1775 bis 1836.

Die **elektrische Ladung** oder auch Elektrizitätsmenge (Einheit Coulomb "C" und das Formelzeichen "Q"): Sie ist eine Grundgröße der Physik. Wenn sich Ladungen z.B. durch einen elektrischen Leiter bewegen, sprechen wir von einem Stromfluss. Sie ist nach dem berühmten französischen Physiker Charles Coulomb benannt. Er lebte von 1736 bis 1806.

Der **elektrische Widerstand** (Einheit Ω (sprich: Ohm), Formelzeichen "R") ist das einfachste und meist gebräuchliche Bauelement in der Elektronik. Er begrenzt den Stromfluss in einer Reihenschaltung und teilt die Spannung in einer Parallelschaltung. Ist der Widerstand in einen Stromkreis eingebracht, fließt in Abhängigkeit von der Spannung über ihn genau der Strom, den sein Widerstandswert zulässt. Georg Simon Ohm war ein berühmter deutscher Physiker, er lebte von 1789 bis 1854.

Ein anderer elektrischer Widerstand ist der **Fotowiderstand**. Er ist veränderbar. Wird er mit Licht bestrahlt, hat er einen sehr geringen Widerstandswert, trifft dagegen kein Licht auf ihn, ist sein Widerstandswert sehr hoch. Er gehört zu den Halbleiter-Bauelementen, die den Stromfluss nur unter bestimmten Bedingungen ermöglichen. Seinen Eigenschaften liegt der Photoelektrische Effekt zugrunde, für dessen Erklärung Albert Einstein 1921 den Nobelpreis für Physik erhielt. Aber bereits 1887 wurde durch andere Wissenschaftler diese Erscheinung beobachtet.

Die **Diode** ist auch ein Halbleiter-Element, das einen Stromfluss nur unter bestimmten Bedingungen ermöglicht. An eine Diode muss die Spannung mit der richtigen Polung angelegt sein. Sie ist in Richtung des technischen Stromflusses anzuschließen.

In unserem Elektronikset ist eine Sonderform der Diode, eine **Leuchtdiode** enthalten. Dieses Verhalten von Halbleitern macht sich die Technik in vielen Bereichen zu Nutze. Entdeckt wurde dieses Phänomen schon 1874, ab 1925 wird dieses Halbleiterverhalten in der Industrie verwendet.

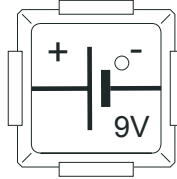
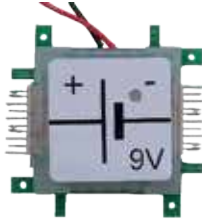
Der **Kondensator** ist ein spezielles elektronisches Bauelement, er speichert elektrische Energie in Form von Ladung (Coulomb) mit einer Spannung (Volt). Der Kondensator kann sozusagen mit elektrischer Energie beladen werden, deshalb ist seine Eigenschaft die Kapazität "C". Die Einheit der Kapazität ist Farad, benannt nach dem berühmten englischen Physiker Michael Faraday. Er lebte 1791 bis 1867. Obwohl ein Kondensator oft an dem Beispiel von zwei gegenüberliegenden Platten beschrieben wird, kann seine Form auch zylindrisch sein. Erstes Kondensatoren-Verhalten wurde schon 1745 bzw. 1746 unabhängig voneinander nachgewiesen. Auch Alessandro Volta beschäftigte sich mit dem Kondensator, also der Speicherung von elektrischer Energie in Form von Ladung und Spannung und prägte damit wesentlich die Entwicklung des Kondensators zu seiner heutigen Bedeutung.

Der **Transistor** ist auch ein Halbleiter-Bauelement, der eigentlich keinen Strom unter den schon bekannten Bedingungen leitet. Er muss richtig in den Stromkreis eingebracht werden, so wie eine Diode, leitet aber erst unter einer weiteren Bedingung den Strom. Der Transistor greift aktiv in die Leitungsprozesse innerhalb eines Stromkreises ein. Er steuert den Stromfluss an zwei seiner Anschlüsse über den dritten. Der Transistor wurde erst 1925 im Prinzip entdeckt, und erst seit 1948 auch so benannt. Genutzt wird er seit den 1960er Jahren in großem Umfang. Ungefähr 1,9 Milliarden Transistoren sind heute in einem modernen Heim-Computerprozessor verbaut.

4. Kurze Vorstellung der Bausteine

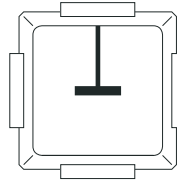
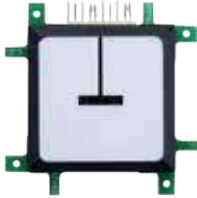


Batterie/Netzteil



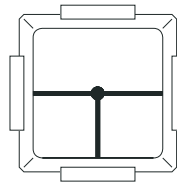
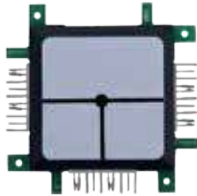
Es ist als Letztes in jede Schaltung einzubauen, wenn die Schaltung vorher kontrolliert wurde; sonst besteht Kurzschlussgefahr! Der Batteriebaustein versorgt die Schaltung mit elektrischer Energie. Er wird mit einem Netzteil geliefert. Die Versorgungsspannung beträgt 9 Volt (9V).

Masse (3x)



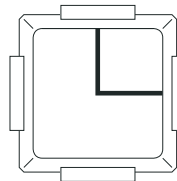
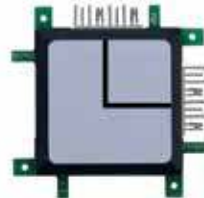
Ein sehr wichtiger Baustein, da er für einen geschlossenen Stromkreis in komplexeren Schaltungen sorgt. Ohne ihn ist ein einfacher Aufbau kniffliger Stromkreise sehr schwer. Er verbindet die beiden mittleren Anschlüsse mit den äußeren Kontakten, die extra für ein Schließen des Stromkreises reserviert sind. Als Masse bezeichnet man in der Elektronik die Vergleichsspannung von Null Volt (0V).

T-Verzweigung (3x)



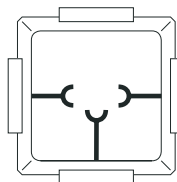
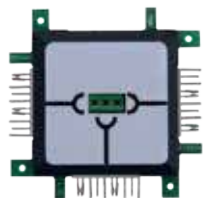
Er stellt eine zusätzliche Abzweigung her. Die Masse, also das 0V-Potential, ist wie bei allen Bausteinen durch die Außenkontakte verbunden.

Winkel (2x)



Der Winkel verbindet zwei Bausteine über eine Ecke in einem Winkel von 90°.

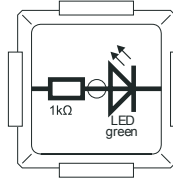
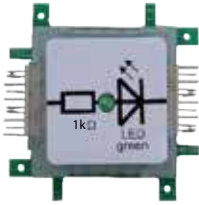
Kontakte



Die Steck-Kontakte sind zum unkomplizierten Anschließen von Leitungen oder auch zum schnellen Einbau von Bauelementen, die nicht in unserem Set enthalten sind, geeignet.

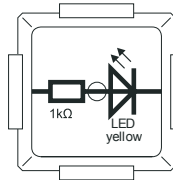
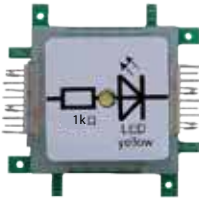


LED Grün 2mA

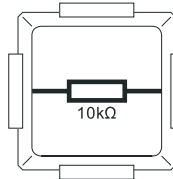


LED ist die englische Bezeichnung für Leucht-Diode. Wir haben zwei LED-Bausteine der Farben Grün und Gelb im Set. Diese Farben sind nur zu erkennen, wenn durch die Diode ein elektrischer Strom fließt. Dieser Strom muss mindestens 2 mA betragen. Der im Symbol abgebildete Widerstand (1kOhm) ist zum Schutz der Leuchtdiode eingebracht, und so ausgelegt, dass die Diode bei einer elektrischen Spannung von 9V nicht zerstört wird. Unsere Dioden haben ohne Widerstand nur eine Betriebsspannung von 1,6V bis 2,5V. Zusätzlich ist auf die richtige Polung zu achten. Der Pfeil auf dem LED-Baustein muss in Stromkreisrichtung weisen, d.h. von "Plus" (+) nach "Minus" (-).

LED Gelb 2mA

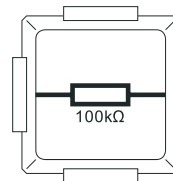
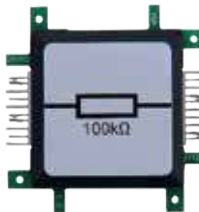


**Widerstand
10 kOhm**



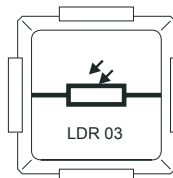
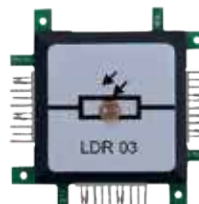
Dieser Baustein ist ein elektrischer Widerstand mit der Größe 10.000 Ohm (10kOhm). Widerstände werden in elektronischen Stromkreisen zur Regulierung von Strömen und Spannungen verwendet. Je höher ein Widerstand ist, desto schlechter leitet er den Strom. Der Widerstand ist ein Maß für den Stromfluss in Abhängigkeit von der Spannung. 1 Ohm entspricht einem Stromfluss von 1 Ampere bei 1 Volt Spannung, 10kOhm entsprechen 0,0001A (100μA) bei 1V.

**Widerstand
100 kOhm**



Dieser Baustein ist ein elektrischer Widerstand mit der Höhe 100 000 Ohm oder 100kOhm. Dieser Wert entspricht einem Stromfluss von 10 Mikro-Ampere(10μA) bei einer Spannung von 1V.

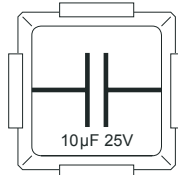
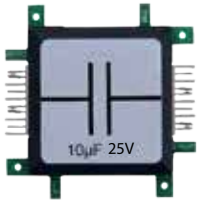
LDR 03



LDR ist die englische Bezeichnung für Fotowiderstand, d.h. seine Fähigkeit den elektrischen Strom zu beeinflussen wird von dem Lichteinfall auf ihn bestimmt. Wird unser LDR 03 beleuchtet, hat nur einen geringen elektrischen Widerstand von 100 Ohm, bei Dunkelheit jedoch einen von mehreren tausend Ohm. Die Veränderung des Widerstandswertes ist fließend.

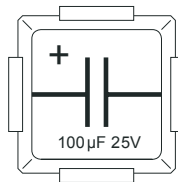
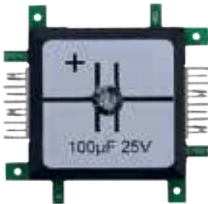


Kondensator 10 μ F



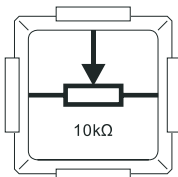
Unser Set enthält einen Kondensator mit der Kapazität von 10 millionstel Farad (10 μ F). Er kann elektrische Energie speichern und sehr schnell wieder abgeben, so wie ein Gummiband es mit mechanischer Energie macht. 1 Farad bedeutet, dass eine Spannung von 1 Volt erreicht wird, wenn er 1 Sekunde lang mit einem Strom von 1 Ampere aufgeladen wird. Kondensatoren haben meist sehr kleine Kapazitäten. Die Spannung darf 25 Volt nicht überschreiten!

Kondensator 100 μ F



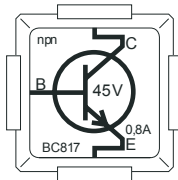
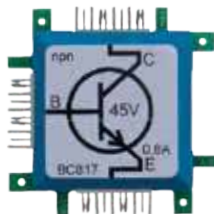
Unser Set enthält auch einen Elektrolyt-Kondensator mit 100 μ F, der nur bis zu einer Spannung von 25 Volt betrieben werden darf. Der Kondensator ragt aus dem Baustein heraus. Bei diesem Tantalkondensator ist auf die Anode (Plus(+)) zu achten. Diese darf nur mit dem positiven Anschluss (+) der Spannungsversorgung (9V) direkt oder indirekt verbunden werden. Tantal ist ein chemisches Element beim Aufbau der Anode des Kondensators. Es macht das Bauelement leistungsfähiger.

Potentiometer
10kOhm



Das Potentiometer ist ein manuell veränderbarer Widerstand. Hier fährt ein dritter Kontakt (Schleifer) die Länge des Widerstandes ab, und ändert so die Höhe des elektrischen Widerstandes an seinem Anschluss. Der Wert kann von 0 Ohm bis auf 10kOhm verändert werden. Immer einen Kurzschluss vermeiden! Ist der Schleifer oder einer der anderen Kontakte direkt mit der Spannungsversorgung verbunden, führt dies zu einem Kurzschluss.

Transistor
npn BC817



Der Transistor kann zerstört werden, wenn zwischen den Anschlüssen B (Basis) und E (Emitter) oder den Anschlüssen C (Kollektor) und E direkt, ohne Widerstand, eine Spannung angelegt wird! Transistoren sind elektronische Schalter die, nicht, wie ein Lichtschalter, manuell betätigt werden, sondern durch einen Stromfluss an ihrem B-Anschluss. Der geschaltete Stromfluss ist dann zwischen dem C- und E-Kontakt zu erfahren. Der geschaltete Stromfluss (C zu E) darf eine Höhe von 0,8 Ampere nicht überschreiten, um eine Zerstörung des Bauelementes zu vermeiden.

4.1. Stromkreis - Eine kurze Einführung



In unserem Versuch 3.2 werden wir den Begriff "Arbeiter" benutzen um die Wirkungsweise des elektrischen Stromes in einem Stromkreis bildlich zu beschreiben. Der folgende Text möchte den Stromkreis und diese "Arbeiter" genauer erklären. Mit den "Arbeitern" sind die Elektronen beschrieben, die sich frei in Metallen bewegen können. Das ist sehr wichtig, denn die Elektronen überbringen die Energie, die von der Spannungsquelle bereitgestellt wird an den Ort, an dem sie ihre Arbeit verrichten. Wird ein elektrisches Feld über unsere "Arbeiter" gebracht, bewegen sie sich in die Richtung, die dieses vorgibt.

Die technische Richtung wird vereinbarungsgemäß vorgegeben vom Pluspol, der Kathode, zum Minuspol, der Anode. Man spricht hier von der technischen Stromrichtung, die beschrieben wurde, als der Aufbau der kleinsten nicht teilbaren Körperchen, den Atomen, noch nicht so gut bekannt war. Heute weiß man, dass die tatsächliche Richtung des Stromflusses genau andersherum, also vom Minuspol zum Pluspol verläuft. Das ist aber nicht so schlimm, da das Prinzip des Stromflusses nicht falsch ist.

Anode und Kathode sind die griechischen Wörter für "aufsteigend" und "absteigend". Anhand von Beobachtungen bei Versuchen zogen Wissenschaftler vor ca. 230 Jahren den Schluss, dass sich Ladungsträger gerichtet zu einer Elektrode hin bewegen und sich von der anderen abstoßen. Die Ziel-Elektrode dieser Bewegung wurde daher als Anode bezeichnet und die Start-Elektrode als Kathode. Da unsere "Arbeiter" alle elektrisch negativ geladen sind, bewegen sie sich genau andersherum, von der Anode zur Kathode. Die tatsächliche Stromrichtung in Metallen ist also der technischen entgegengesetzt von der Anode zur Kathode. "Negativ" bedeutet nicht, dass unsere "Arbeiter" alle schlechte Teilchen waren, sondern nur, dass sie sich in Bezug auf etwas genau entgegengesetzt verhalten. Naturwissenschaft und Technik haben im engeren Sinne keine moralischen Inhalte. Jetzt kommen wir zu unserem Stromkreis. Die erste Regel lautet: Der Stromkreis muss immer geschlossen werden. Damit können sich die "Arbeiter" gerichtet bewegen. In der Naturwissenschaft, besonders der Physik, herrscht der Grundsatz der Kausalität. Daher tritt ein Ereignis nur ein, wenn es eine Ursache gibt. Zusätzlich sind Ursache und Wirkung durch die Vermittlung miteinander verbunden.

Die genaue Reihenfolge lautet: Erst die Ursache, dann die Vermittlung und zum Schluss die Wirkung.

Auf unseren Stromkreis bezogen bedeutet das: Die Spannung an der Spannungsquelle ist die Ursache, unsere "Arbeiter" sind die Vermittlung und die Energieumwandlung z.B. an einem Motor oder einer Lampe, ist die Wirkung. Ist der Stromkreis jedoch unterbrochen, kann der elektrische Strom, also unsere "Arbeiter", den Ort der Wirkung nicht mehr erreichen. Wir möchten Ihnen die elektrische Spannung anhand eines sinngebenden Modells erklären: Spannt man ein Gummiband zwischen der rechten und linken Hand, wird, je weiter man die rechte und die linke Seite des Bandes voneinander entfernt, die Kraft mit der es wieder zusammenstrebt größer. Das Gummiband steht unter mechanischer Spannung und möchte sich eigentlich wieder entspannen. Die "Arbeiter" in unserer Spannungsquelle wurden aus ihrem Zuhause, dem energetisch günstigeren Zustand gezogen und streben jetzt wieder nachhause. Je stärker die "Arbeiter" von ihrem Zuhause getrennt wurden, desto größer ist die Spannung mit der sie wieder zurückstreben. Man bezeichnet das als Ladungstrennung.

Die gegenseitige Kraft zwischen den beiden Enden des Gummibandes wirkt, kann wird als Potentialdifferenz bezeichnet. Diese macht wiederum die Spannung aus. Die "Arbeiter" werden in einem geschlossenen Stromkreis wieder in den ungeladenen Zustand überführt. Dazu geben sie ihre Energie an den z.B. Motor oder die Leuchtdiode ab. Unsere "Arbeiter" sind dabei sehr fleißig und nehmen es uns nicht übel, dass sie von ihrem Zuhause getrennt worden sind. Denn sie sind eigentlich Elektronen, kleinste Teilchen, die kein Bewusstsein haben und sich genauso verhalten, wie wir es möchten, wenn wir uns geschickt anstellen und keinen Kurzschluss verursachen oder den Stromkreis unterbrechen.

Viel Spaß mit unserem Elektronik-Set wünscht Ihnen das Brick'R'knowledge Team!



4.2. LED leuchtet



Der erste Aufbau eines Stromkreises besteht aus zwei Bauelementen: einer **Spannungsquelle** und einer **Lichtquelle(LED)** mit einem elektrischen Vor-Widerstand. (zudem: zwei Winkel und zwei T-Stücke)

Die **Spannungsquelle** ist der Baustein, der mit einem langen dünnen Strich(+) und einem kurzen dicken Strich (-) sowie der Beschriftung "9V" gekennzeichnet ist. Die Spannungsquelle hat Pole, das bedeutet, dass sie am Minuspol (kurzer dicker Strich) die "Arbeiter" entsendet, die in den an sie angeschlossenen Bauelementen ihr Werk vollbringen, und sie am Pluspol (langer dünner Strich) wieder, nach getaner Arbeit, in die Freizeit entlässt. Die Bezeichnung "9V" gibt an, wie zahlreich sie das tun. "9" ist die Höhe der Eigenschaft "V". "V" (Volt) ist die elektrische Spannung und somit auch eine Eigenschaft unserer Spannungsquelle.

Diese Spannungsquelle schickt also unsere "Arbeiter" mit neun Volt auf den Weg.

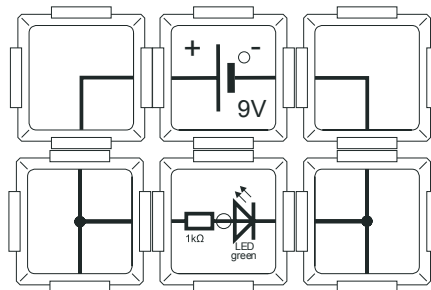
Unsere "Arbeiter" gehören als Elektronen zu den Ladungsträgern, und machen in Abhängigkeit von Widerstand (R) und Spannung (V) den Stromfluss (A) aus.

Die **Lichtquelle (LED)** ist der Ort an dem unsere "Arbeiter" ihr Werk vollbringen, also Licht herstellen. Die Bezeichnung "LED" ist in englischer Sprache und bedeutet: Licht aussendende Diode. Unsere Lichtquelle ist auch gleichzeitig eine Diode.

(Merke: Nicht jede Lichtquelle ist eine Diode und nicht jede Diode ist eine Lichtquelle!)

Das bedeutet, sie lässt unsere "Arbeiter" nur dann an ihren Arbeitsplatz, wenn der Pluspol der Spannungsquelle an das "stumpfe" Ende des im Schaltbild der LED angedeuteten Pfeiles angeschlossen ist. Ist das "spitze" Ende des Pfeiles mit dem Pluspol der Spannungsquelle verbunden, werden unsere "Arbeiter" blockiert, weshalb der Pfeil einen Balken im Schaltbild der Diode vor seinem "spitzen" Ende hat. Der scheinbare Widerspruch zwischen tatsächlicher und dargestellter Bewegungsrichtung unserer "Arbeiter" ist wissenschaftsgeschichtlich sehr interessant, aber für unseren Aufbau nicht relevant. Der im Schaltbild vor der Diode zusätzlich abgebildete Widerstand, hat die Aufgabe die Anzahl unserer "Arbeiter" zu senken, da sie so zahlreich sind, dass sie unsere LED in sehr kurzer Zeit zerstören würden. Man spricht auch von einem Vorwiderstand.

Beim **Aufbau** muss beachtet werden, dass sich unsere "Arbeiter" nur sehr schwer in anderen Materialien wie Plastik, Keramik oder Glas sowie Luft bewegen können. Dafür sind sie in Metallen wie Eisen, Kupfer oder auch Gold sehr beweglich. Um unsere "Arbeiter" zu ihrem Arbeitsplatz zu bringen und danach wieder in die Freiheit zu entlassen, muss ein Kreis geschlossen werden. Unsere Spannungsquelle ist Start- und Zielpunkt. Man spricht von einem Stromkreis. Dafür liegen zwei Winkel und zwei T-Stücke bei. Beim Zusammenstecken ist unbedingt darauf zu achten, dass sich die Metallkontakte an den Verbindungsstellen berühren. In den folgenden Ausführungen werden wir den Begriff "Arbeiter" durch den Begriff des Stromflusses ersetzen, da dieser das Verhalten unserer "Arbeiter" im Allgemeinen besser beschreibt.



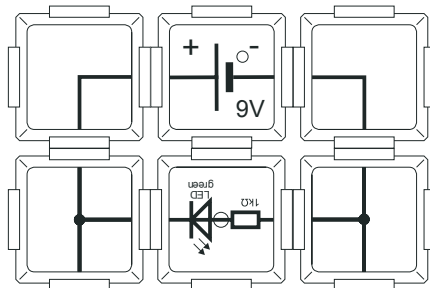
4.3. Unterbrochener Stromkreis

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle, Lichtquelle(LED) , 2x Winkel-Baustein, 2x T-Stück-Baustein**

Der zweite Aufbau eines Stromkreises besteht aus zwei Bauelementen: einer Spannungsquelle und einer Lichtquelle(LED) mit einem elektrischen Vor-Widerstand. (zudem: zwei Winkel und zwei T-Stücke)

Bei diesem Versuchsaufbau wird die LED in Sperrrichtung in den Stromkreis eingebracht und leuchtet daher nicht. Dabei ist es immer wichtig, sich die genaue Funktionsweise einer LED zu vergegenwärtigen. Diese leuchtet nur dann, wenn sie in Durchlassrichtung in den Stromkreis eingesetzt wurde. Das Schaltsymbol einer LED deutet einen Pfeil an. Dieser muss vom positiven Potential (Plus) zum negativen Potential (Minus) der Spannungsquelle zeigen, um einen Stromfluss zu ermöglichen, bzw. die LED zum Leuchten zu bringen. Der Pfeilanfang wird als Anode und das Pfeilende als Kathode bezeichnet. Der Balken an der Kathode deutet an, dass der Strom nicht fließen kann, wenn das positive Potential der Spannungsquelle hier anliegt.

Die Leuchtdiode verhält sich dabei wie jede andere Diode auch. Sie ist vergleichbar mit einer Tür, die nur in eine Richtung schwenken kann und auch nur in dieser durchschritten werden darf. Möchte ich diese Tür in Sperrrichtung durchschreiten, drücke ich sie durch meine eigene Bewegungsrichtung fest in Schloss und Rahmen, so dass sie mir dem Weg versperrt. Die Kathode ist auf allen Bauelementen mit einem Balken markiert. In Durchlassrichtung wird sie an den Minuspol der Spannungsquelle angeschlossen. Dieser Strich oder Balken deutet an, dass hier das positive Potential geblockt wird.



LEUCHTET NICHT !!!



4.4. Masse und Baustein

Der Massebaustein ist ein besonderer Bestandteil unseres Elektroniksets. Er spart zusätzliche Verbindungen mit Hilfe anderer Bausteine oder Leitungen. Hier wird das Geheimnis unserer vierpoligen Verbinder offenbart. Die mittleren zwei Kontakte sind für die Signalübertragung reserviert, so wie es der Aufdruck verrät. Die äußeren Kontakte werden zum Schließen des Stromkreises, also die Rückführung des Stromflusses zur Spannungsquelle benutzt. Das realisiert der Massebaustein. Dieser Baustein heißt deshalb Massebaustein, weil in der Elektronik mit der Bezeichnung "Masse" nicht das träge Gewicht des Bausteins selbst beschrieben ist, sondern das Vergleichspotential zum dem alle anderen Potentiale bezeichnet sind. Unser Massebaustein stellt also genau diese Verbindung zu 0V her. In unserer Schaltung sind das 9 Volt gegenüber 0 Volt: Man spricht einfach nur "Neun Volt". Man erstellt in der Elektronik Schaltungen so, dass nachdem alle Bauelemente in ihrer Funktionsweise in die mehr oder weniger komplexen Stromkreise eingebracht sind, diese mit der "Masse" verbunden werden. Schaltpläne sind nur so zu lesen.

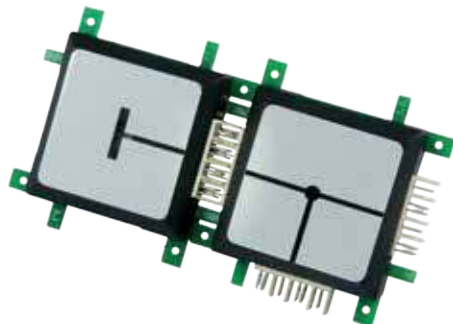
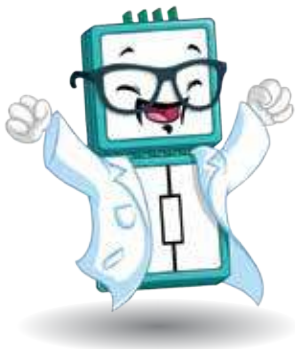
Unser Massebaustein verbindet die mittleren beiden Kontakte mit den beiden äußeren. Wir verursachen damit keinen Kurzschluss, denn der Strom durchfließt noch die Bauelemente im Inneren der Bausteine.



Beim Zusammenstecken der Bausteine muss darauf geachtet werden, dass sich die Kontakte richtig berühren, da es sonst zu Unterbrechungen oder sogar Kurzschlüssen kommen kann!



Frühere Bausteine hatten noch keine Führung. Daher konnten sie leichter voneinander versetzt werden, sodass sie keinen Kontakt mehr hatten. Die neuen Bausteine haben eine Führung bekommen, die es leichter macht den Kontakt herzustellen.

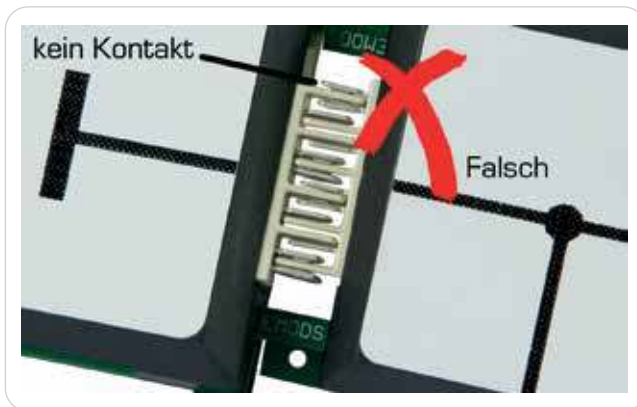


Hier ist ein Beispiel einer richtig gesteckten Verbindung. Die Verbindung besteht jeweils aus kleinen Stiften, die sich mechanisch verklemmen und dabei ebenfalls elektrisch leiten. Um eine Isolation zwischen den Kontakten zu gewährleisten und einen Kurzschluss zu verhindern sind Stege aus Kunststoff eingebracht, welche den elektrischen Strom nicht leiten.

Beim Zusammenstecken der Bausteine muss darauf geachtet werden, dass sich die Kontakte richtig berühren, da es sonst zu Unterbrechungen oder sogar Kurzschlüssen kommen kann!



Ein Beispiel einer fehlerhaften Verbindung ist im Bild darunter zu sehen. Hier sind noch Abstände zwischen den Kontakten, die einen sicheren Stromfluss nicht gewährleisten können. Der Stromkreis bleibt "offen" oder ist instabil und die Funktion der Schaltung ist nicht gegeben.

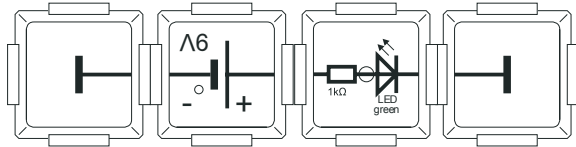
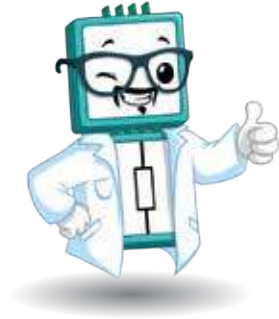


Es ist sehr wichtig den richtigen Sitz der Stifte zu kontrollieren, weichen diese zu weit voneinander ab, kann es zu einem Kurzschluss kommen. Dann findet der Stromfluss nicht durch unsere Bauelemente mit der erhofften Wirkung statt, sondern sucht sich den kürzesten Weg zurück zur Spannungsquelle. Ein Kurzschluss führt zum Maximalstromfluss, da der einzige Widerstand, den elektrischer Strom überwinden muss, der Innen-Widerstand der Spannungsquelle ist. Dieser Widerstand ist anschaulich sehr klein, weshalb der Kurzschlussstrom bei längerer Dauer zur Überhitzung führen kann. In diesem Fall besteht Brandgefahr!

Wichtig: Immer die richtige Stellung der Kontakte überprüfen!!!!

4.5. Vereinfachte Schaltung mit Massebausteinen

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein mit grüner LED, 2x Massebaustein**

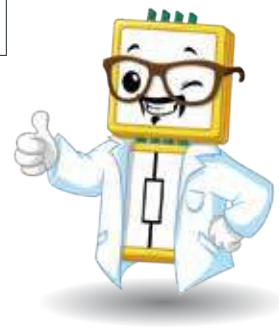
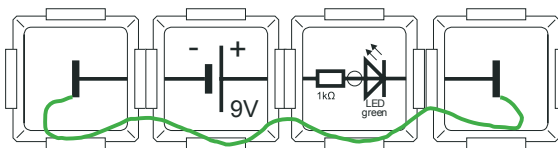


Der Versuchsaufbau ist mit dem Massebaustein wesentlich übersichtlicher geworden. Es werden nur noch vier, statt der bisherigen sechs Bausteine benötigt. Der Stromkreis wird natürlich geschlossen, auch wenn die Massebausteine links und rechts neben den mittleren Bausteinen scheinbar ins Leere gehen. Die Massebausteine gewährleisten die Verbindung zwischen den Enden.

Das wird mit den Außenkontakten an den Verbindungsstellen realisiert, diese sind durchkontaktiert. Jeder Fachmann erkennt an dem "Stumpfen Ende" das Massesymbol und weiß, dass hier die Stromrückführung, also ein Schließen des Stromkreises realisiert ist.

Das Massesymbol spart bei der professionellen Anwendung in der Technik Zeit und trägt zur besseren Übersicht bei komplexen Schaltplänen bei.

Lauf der Masseleitung:

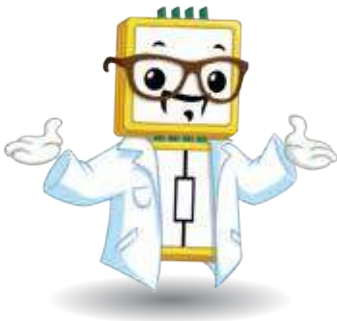
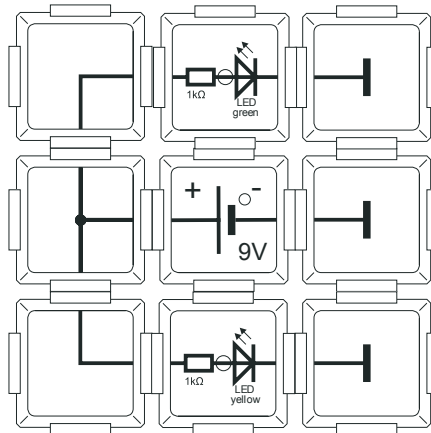


4.6 Zwei LEDs - Parallelschaltung

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein grün, LED-Baustein gelb, 3x Masse-Baustein, 2x Eck-Baustein, T-Stück-Baustein**

Unser Elektronikset hat zwei LED-Bausteine, einen grünen und einen gelben. Diese kann man gemeinsam in eine Schaltung einbringen. Beide LED-Bausteine leuchten nur dann, wenn sie richtig angeschlossen sind, d.h. mit der Anode am positiven Potential der Spannungsquelle. Eine Parallelschaltung ist immer dann vorhanden, wenn der Stromfluss zwei oder mehr Möglichkeiten hat den Weg vom Plus- zum Minuspol zu finden. In unserem Beispiel leuchten die LEDs sozusagen gleichzeitig, da der Stromfluss durch beide LED-Bausteine auf unterschiedlichen Wegen gleich fließt.

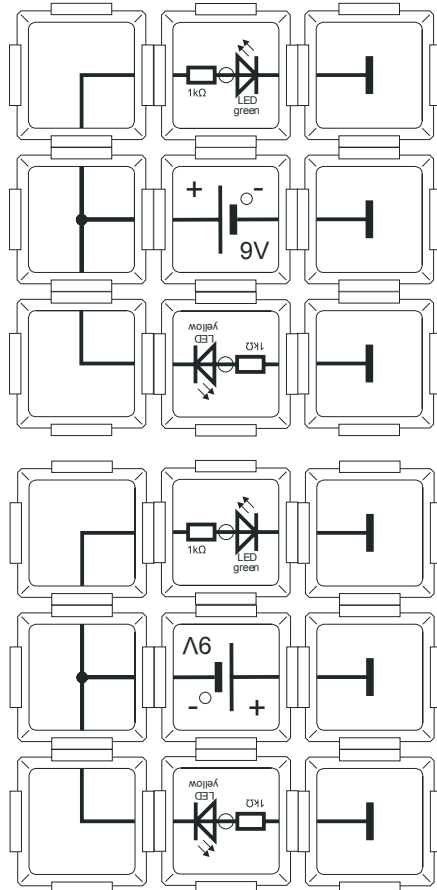
Unsere mitgelieferten LED-Bausteine haben beide einen Vorwiderstand von $1\text{k}\Omega$, weil grüne und gelbe LEDs ungefähr dieselbe Betriebsspannung benötigen. Diese liegt bei 1,6 bis 2,5 Volt. LEDs mit anderen Farben haben auch andere Betriebsspannungen, deshalb sind andere Vorwiderstände nötig. Beispielsweise leuchten rote und blaue LEDs bei gleichem Vorwiderstand nicht gleichzeitig. Da die rote Leuchtdiode eine niedrigere Betriebsspannung als die blaue hat, würde sie zuerst leuchten und dann zerstört werden, wenn die blaue LED zu leuchten beginnt. Dabei muss die Versorgungsspannung in einer Parallelschaltung weiter ansteigen. LEDs haben eine verhältnismäßig kleine Betriebsspannung, sodass sie kaum ohne Vorwiderstand Verwendung finden. Wird eine LED ohne Vorwiderstand versehentlich betrieben, geht sie meist kaputt.



4.7 Polungsmessung

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein**, **LED-Baustein grün**, **LED-Baustein gelb**, **3x Masse-Baustein**, **2x Eck-Baustein**, **T-Stück-Baustein**

Werden die beiden LEDs antiparallel geschaltet, lässt sich die Polung der eingesetzten Batterie (Netzteil) bestimmen. Es leuchtet immer nur eine von beiden LEDs, egal wie der Batteriebaustein eingesetzt wird.



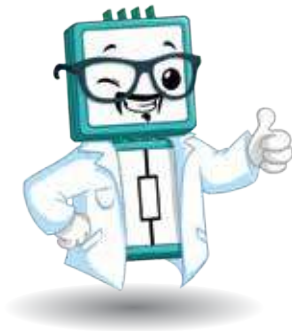
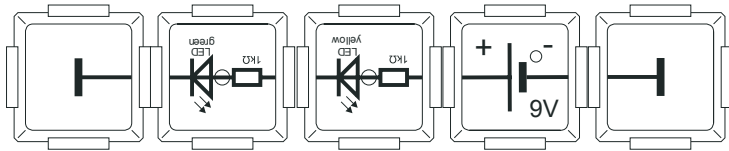
4.8 Zwei LEDs - Serienschaltung

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein grün, LED-Baustein gelb, 2x Masse-Baustein**

Jetzt bauen wir eine Reihenschaltung als Beispiel einer Grundschaltung eines Stromkreises auf. Die Reihenschaltung ist, neben der Parallelschaltung, die zweite Möglichkeit einen Stromfluss durch zwei oder mehrere elektronische Bauelemente zu realisieren. Man spricht auch von einer Serienschaltung. Hierbei sind unsere LED-Bausteine so in den Stromkreis eingebracht, dass diese hintereinander angeordnet sind. Die Kathode der Spannungsquelle ist an die Anode der gelben Leuchtdiode angeschlossen.

Die gelbe Leuchtdiode gibt den Stromfluss ihrerseits an der Kathode zur Anode der grünen Leuchtdiode weiter. Der elektrische Strom ist jetzt gezwungen, durch beide Bausteine hindurch zu fließen, um vom Pluspol der Spannungsquelle den Minuspol der Spannungsquelle zu erreichen.

Die Vorwiderstände in den LED-Bausteinen addieren sich, dabei wird der Stromfluss um die Hälfte reduziert. Das kann an der Leuchtkraft der Leuchtdioden beobachtet werden, deren Intensität geringer ist als in der Parallelschaltung.



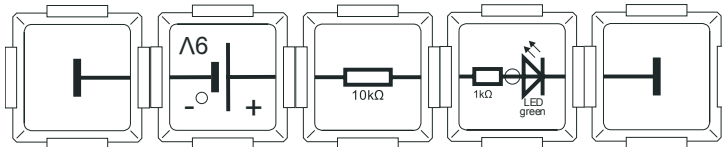
4.9 Der Widerstand

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein grün, LED-Baustein gelb, 2x Masse-Baustein, Widerstandsbaustein(10kΩ)**

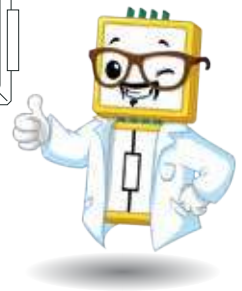
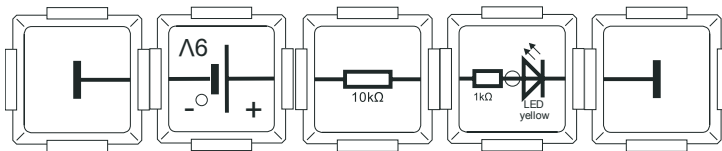
Der elektrische Widerstand verringert den elektrischen Stromfluss. Diese Eigenschaft ist für elektronische Schaltungen unerlässlich. Durch ihn kann der Stromfluss manipuliert oder eine gewünschte Spannung eingestellt werden. Sie ist also eine gewünschte und benötigte Eigenschaft eines elektronischen Bauteiles, anders als der Name es vermuten lässt. Isolator und Supraleiter sind die Extrembeispiele für einen elektrischen Widerstand. Der Isolator hat ideell einen unendlich hohen Widerstand und der Supraleiter hat keinen Widerstand. Der elektrische Widerstandswert wird in Ohm (Ω) angegeben. Hat ein Stromkreis keinen Widerstand, wäre der in ihm fließende Strom unendlich hoch, was nicht möglich ist.

Jeder Stromkreis hat, auch bei Kurzschluss, also dem direkten Ladungsaustausch zwischen Kathode und Anode der Spannungsquelle, mindestens noch deren Innenwiderstand zu überwinden. Vergleicht man den elektrischen Strom mit einem Wasserstrom durch ein an einer Stelle im Durchmesser verringertes Rohr, so wird schnell deutlich, dass die Menge an Wasser kleiner wird, je geringer der Durchmesser unseres Rohres ist. Möchte ich trotzdem die gleiche Menge an Wasser (in der gleichen Zeit) hindurchfließen lassen, muss ich den Druck an der Eingangsseite erhöhen. Der Druck ist das Äquivalent zur elektrischen Spannung, der Wasserstromfluss ist der elektrische Strom und der Reibungswiderstand des Wasserrohres ist der elektrische Widerstand. Erhöhe ich den Wasserdruck, fließt mehr Wasser in der gleicher Zeit durch unser Rohr.

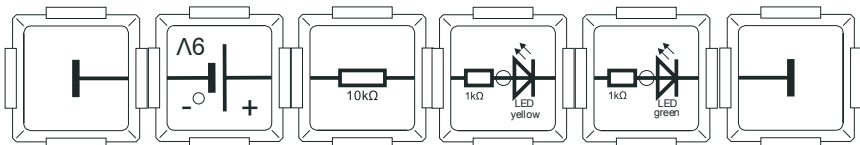
Der Wasserdruckunterschied zwischen Eingang und Ausgang unseres Rohres ist analog zu dem Spannungsabfall über einen elektrischen Widerstand. Die Eigenschaften Spannung (U), Strom (I) und Widerstand (R) stehen in einem strengen Zusammenhang. Es gilt die Beziehung: Spannung (U) ist gleich dem Produkt aus Strom (I) und Widerstand(R)($U=R \times I$). Ein Stromfluss von 0,9 Ampere wird also erreicht, wenn bei einem Widerstand von 10Ω eine Spannung von 9 Volt anliegt. In unserer Schaltung sind die Widerstände wesentlich größer, was bei gleicher Spannung einen um das Vielfache kleineren Stromfluss zur Folge hat. (10Ω zu 10.000Ω ergeben 0,9 Ampere zu 0,0009 Ampere bei 9 Volt)



Mit dem gelben LED-Baustein.



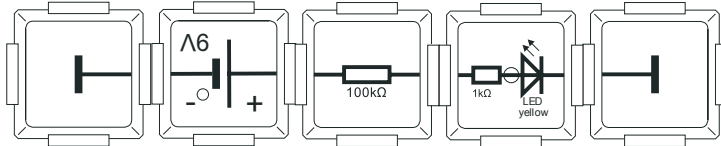
Oder noch geringere Leuchtintensität, da beide LED-Bausteine in Serie geschaltet sind.



4.10 Der Widerstand wird größer

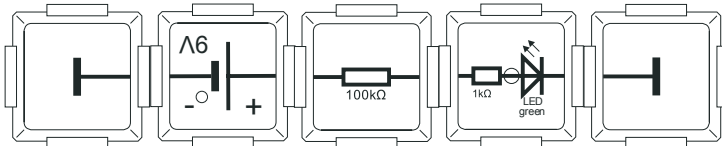
Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein**, **LED-Baustein grün**, **LED-Baustein gelb**, **2x Masse-Baustein**, **Widerstandsbaustein(100kΩ)**

Durch die Verwendung des im Elektronikset mitgelieferten 100.000 Ω-Widerstandes reduzieren wir den Stromfluss noch weiter. Da die Spannung (9V) gleich bleibt, verringert die Leuchtdiode ihre Intensität abermals.



Das funktioniert aufgrund der selben Betriebsspannung von grüner und gelber LED auch mit der grünen LED.

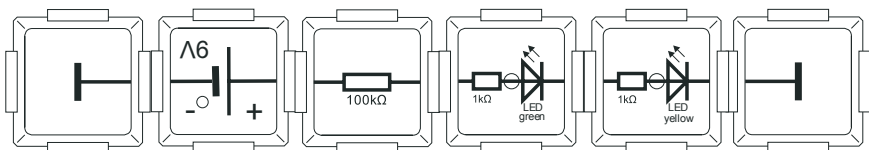
Der nun höchstens mögliche Stromfluss ergibt sich aus dem Quotienten von Spannung (9V) und dem Widerstand von 100.000 Ohm. Bei der Vernachlässigung des Innenwiderstands der Stromquelle und des Vorwiderstands in unseren LED-Baustein von 1.000Ω beträgt er 0,00009 Ampere. Die immer mehr werdenden Kommastellen gibt man durch negative Potenzen in Dreierschritten an. 0,009 spricht man: 9 Milli (Tausendstel)-Ampere oder 9mA; 0,00009 Ampere, wie in unserem Beispiel, gibt man schon als Millionstel, also 90 Mikro-Ampere, 90µA, an. Obwohl der Stromfluss sehr stark reduziert ist, leuchtet unsere LED immer noch ein wenig. Das spricht für die sehr gute Qualität heutiger Leuchtdioden.



Bringt man beide LED-Bausteine zusammen in eine Serienschaltung ist die Leuchtintensität der grünen LED nur noch sehr schwach. Der Stromfluss wird hier noch weiter reduziert, da die Vorwiderstände zum Gesamtwiderstand addiert werden müssen und unsere Spannungsquelle weiterhin konstant bei 9 Volt bleibt. Es ergibt sich für den Gesamtstromfluss (I)

$$I = \frac{U_{\text{Batterie}} - U_{\text{LEDgrün}} - U_{\text{LEDgelb}}}{R_{100k\Omega} + R_{1k\Omega} + R_{1k\Omega}} \quad \text{mit konkreten Werten: } I = \frac{9V - 0,7V - 0,7V}{100.000\Omega + 1000\Omega + 1000\Omega} = 0,000074A$$

Dieser Wert ist sehr gering.



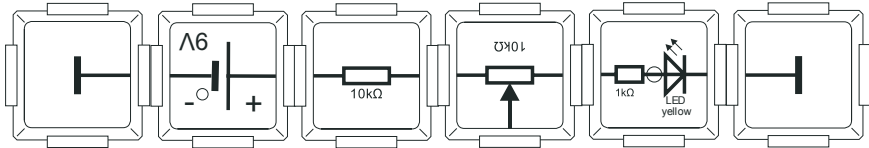
4.11 Der Widerstand in einer Serienschaltung

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 2x Masse-Baustein, Widerstands-Baustein (10kΩ), Potentiometer-Baustein**

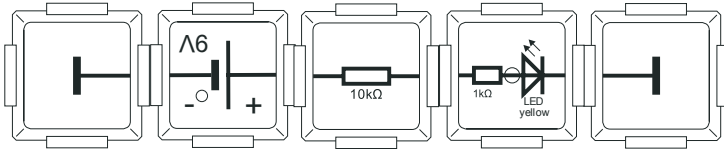
Um die Gesamtwiderstandswerte in einer Reihenschaltung und deren Auswirkung besser zu verstehen, führen wir ein weiteres Experiment durch. Dazu benötigen wir einen weiteren 10kΩ Widerstand, einen haben wir ja schon verwendet. Der zweite Baustein, das Potentiometer, ist in unserem Elektronikset mitgeliefert und hat eine weitere Funktion. Diese Funktion der Veränderbarkeit seines Widerstandes benötigen wir jetzt nicht. Es ist möglich ihn auch wie den anderen 10.000Ω Widerstand zu betreiben.

Hierzu wird er in Längsrichtung mit den beiden gegenüberstehenden Kontakten angeschlossen. Der Schleifer verändert den Widerstandswert hier nicht, sondern nur den Widerstandswert an seinem dritten Kontakt. Auch für die Erhöhung von Zahlenwerten gibt es Vorsilben, so wie die Verringerung. Werden die Stellen hinter, also rechts von einer Zahl größer, gibt man die ersten Dreierstellen in Kilo (Tausend) an. 10.000Ω entsprechen 10kΩ. Die Vorsilbe "Kilo" wird durch das kleine "k" vor der Einheit des Widerstandes ausgedrückt. Die der Zehnerpotenz entsprechenden Vorsilben sind auch für andere Größen wie z.B. die Spannung (U) verwendbar.

Wenn man die Widerstandswerte grob vergleicht, kann man mit einer Verdopplung von 10Ω auf 20kΩ rechnen.



Zum Vergleich hier der Aufbau mit nur einem Widerstand von 10kΩ.



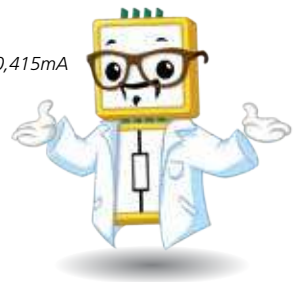
Für einen ungefähren Gesamtstromwert mit zwei Widerständen (20kΩ) durch die LED ergibt sich:

$$I = \frac{U_{\text{Spannungsquelle}}}{R_{10k\Omega} + R_{10k\Omega}} = \frac{9V}{20\,000\Omega} = 0,00045A = 0,45mA$$

Für einen ungefähren Stromfluss durch die LED mit einem Widerstand (10kΩ) muss der Wert von 0,45mA nur auf 0,9mA verdoppelt werden, da Widerstand und Stromfluss in einem indirekten, umgekehrt proportionalem Verhältnis zueinander stehen.

Für den **genauen** Gesamtstromwert mit zwei Widerständen (20kΩ) durch die LED ergibt sich:

$$I = \frac{U_{\text{Spannungsquelle}} - U_{\text{LED gelb}}}{R_{10k\Omega} + R_{10k\Omega} + R_{\text{LED}}} = \frac{9V - 0,7V}{21.000\Omega} = \frac{8,3V}{21.000\Omega} = 0,000415A = 0,415mA$$

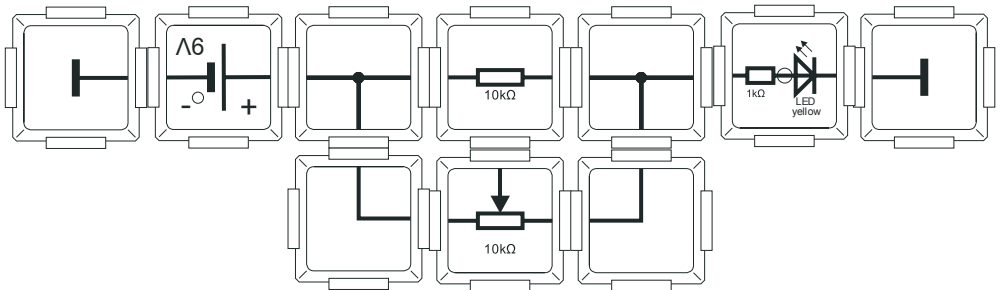


4.12 Widerstand als Parallelschaltung

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein**, **LED-Baustein gelb**, **2x Masse-Baustein**, **Widerstands-Baustein (10kΩ)**, **Potentiometer-Baustein**, **2x T-Stück-Baustein**, **2x Eck-Baustein**

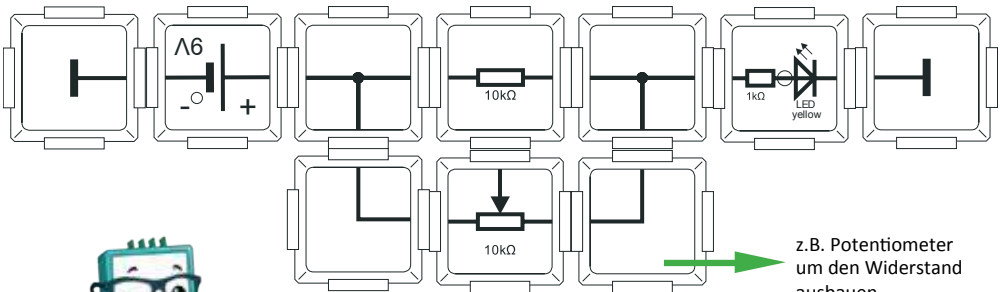
In der Elektronik ist es sehr selten, dass nur reine Serien-oder Parallelschaltungen Verwendung finden. Oft sind es gemischte Schaltungen, die aus Verzweigungen von Serien-und Parallelschaltungen bestehen. In unserem folgenden Beispiel ist dies der Fall.

Wir bezeichnen diesen Versuch trotzdem als Parallelschaltung, da hier nur der Stromfluss durch die nebeneinanderliegenden Widerstände untersucht wird. Die Beobachtung kann an der Leuchtintensität der zu den beiden parallel geschalteten Widerständen in Serie liegenden Leuchtdiode gemacht werden. Da beide Widerstände, 10kOhm und Potentiometer, den gleichen Widerstandswert besitzen, hat der Stromfluss zwei gleiche Möglichkeiten, um zur LED zu gelangen. Der Gesamtwiderstand der parallelen Widerstände halbiert sich somit auf 5kΩ.



Um eine Veränderung des Stromflusses deutlich zu machen, ziehen wir einen der beiden Widerstands-Bausteine aus dem Stromkreis. Welcher das ist, ist gleich, denn der Strom hat jeweils den anderen verbliebenen Widerstands-Baustein als Alternative um zur Leuchtdiode zu gelangen. Wir beobachten, dass die Helligkeit der Leuchtdiode abnimmt. Der Stromfluss hat nun nur noch eine Möglichkeit die Leuchtdiode zu erreichen, was den Gesamtwiderstandswert unserer Nutzstrecke auf 10kΩ verdoppelt. Der scheinbare Widerspruch von der Erhöhung des Gesamtwiderstandswertes bei der Entnahme von Widerstands-Bausteinen ist das "Geheimnis" der Parallelschaltung.

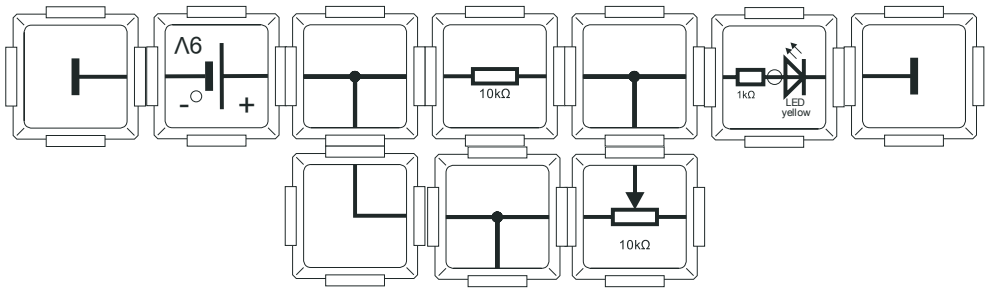
Zum Abschluss des Versuches kann der zweite Widerstandsbaustein wieder eingesetzt werden, und die Leuchtkraft der LED also der Gesamtstromfluss erhöht sich wieder. Das kann beliebig oft wiederholt werden.



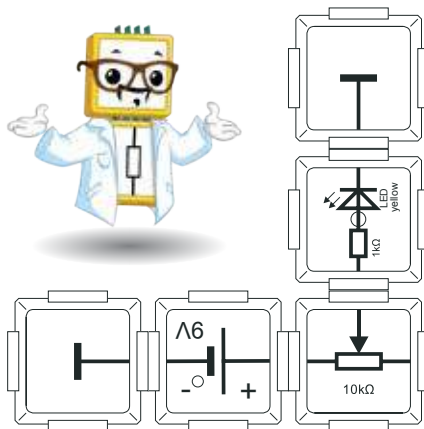
4.13 Das Potentiometer

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 2x Masse-Baustein, Widerstands-Baustein (10kΩ), Potentiometer-Baustein, 2x T-Stück-Baustein, 2x Eck-Baustein**

Das Potentiometer ist ein sehr wichtiges elektronisches Bauelement, da es mit ihm möglich ist einen Widerstandwert stufenlos zu verändern. Ohne das Potentiometer wären Veränderungen in elektronischen Schaltungen nach deren Realisierung nur möglich, wenn man andere Bauteile in diese einbringt. Das ist anschaulich sehr unpraktisch. Nun verwenden wir diesen Baustein in seiner eigentlichen Funktion! Durch ein Drehen, also ein Verändern des Winkels des Knopfes an der Oberseite unseres Potentiometer-Bausteins, kann der Widerstandswert am seitlichen Kontakt von Null Ω auf den höchstmöglichen Widerstandswert des Bauelementes von $10k\Omega$ verändert werden. Man beschreibt Rechts- und Linksdrehungen anhand der Uhr, wobei rechtsherum im Uhrzeigersinn und linksherum gegen den Uhrzeigersinn meint. Damit wird sich der Stromfluss verändert. Der Gesamtwiderstandswert unserer Widerstandsparallelschaltung ändert sich damit von Null Ω auf höchstens $5k\Omega$. Die Erhöhung des Stromflusses durch die LED ist wieder an der Intensität ihrer Leuchtkraft zu erkennen. Ist der Drehknopf ganz links, leuchtet die LED am hellsten und andersherum.



Hier ein weiteres Beispiel für die Verwendung des Potentiometers. Der Parallelwiderstand wird entfernt und der LED-Baustein direkt mit dem Schleifer-Kontakt des Potentiometers verbunden. Der Widerstandswert verändert sich jetzt von 0Ω auf höchstens $10k\Omega$. Wie im Versuch 3.13 beschrieben, ist der Gesamtwiderstandswert jetzt wieder um das Doppelte höher als der in der Parallelschaltung der Widerstände.



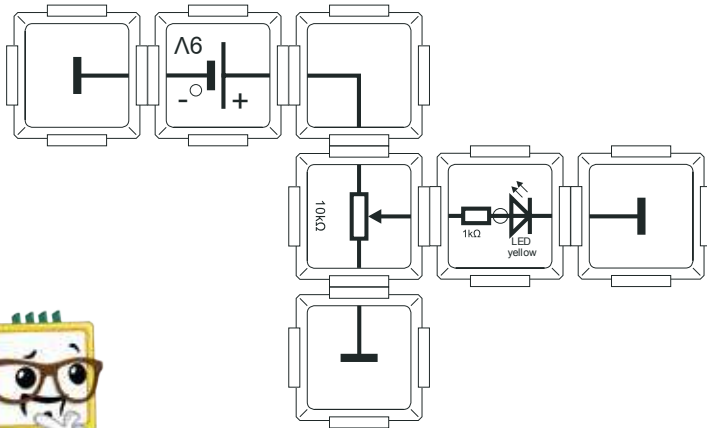
4.14 Das Potentiometer als Spannungsteiler

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 3x Masse-Baustein, Potentiometer-Baustein, Eck-Baustein**

In dem folgenden Versuchsaufbau verwenden wir den Potentiometer-Baustein in seiner eigentlichen Bestimmung. Es werden alle drei Kontakte angeschlossen. Hierbei ist unbedingt zu beachten, dass der Schleifer-Kontakt nicht an die Kathode (Plus) der Spannungsquelle oder auch nicht an den Masse-Baustein angeschlossen ist. Es bestünde Kurzschlussgefahr, was zu einer Zerstörung des Potentiometer-Bausteins führt. Er darf nur so verbunden werden, dass sich die Versorgungsspannung von 9 Volt, in Abhängigkeit der Position des Schleifer-Kontaktes, proportional von 0 Volt bis auf 9 Volt aufteilt.

Einzig der LED-Baustein darf mit dem Schleifer-Kontakt verbunden sein. Das heißt: Ist der Drehknopf ganz nach links gestellt, werden an der Anode des LED-Bausteins 9 Volt anliegen und die LED leuchtet mit höchster Intensität. Ist der Drehknopf jedoch ganz nach rechts, zum Masse-Baustein hin, verstellt, erlischt die LED, 0 Volt liegen jetzt an. Bei Mittelstellung des Drehknopfes ist die halbe Versorgungsspannung von 4,5 Volt einstellbar. Die Intensität unserer LED ist jetzt stufenlos regelbar. Interessant ist, dass wir wieder eine Parallelschaltung von Potentiometer-Baustein und LED-Baustein erstellt haben.

Der Stromfluss hat wieder zwei Alternativen, um vom Plus-Pol der Spannungsquelle kommend, deren Minuspol zu erreichen. Wir haben durch unsere Masse-Bausteine einen geschlossenen Stromkreis realisiert. Es fließt permanent ein Strom durch das Potentiometer. Der andere, parallel dazu, durch den LED-Baustein. Der Stromfluss durch den Potentiometer-Baustein ist nicht zu unterbrechen. Der Stromfluss durch den LED-Baustein kann ganz gestoppt werden. Das Potentiometer in unserem Bauelement ist bildlich geteilt, so wie es die Spannung auch teilt. Der Stromfluss zwischen Potentiometer-Baustein und angeschlossenem Masse-Baustein ist immer konstant.



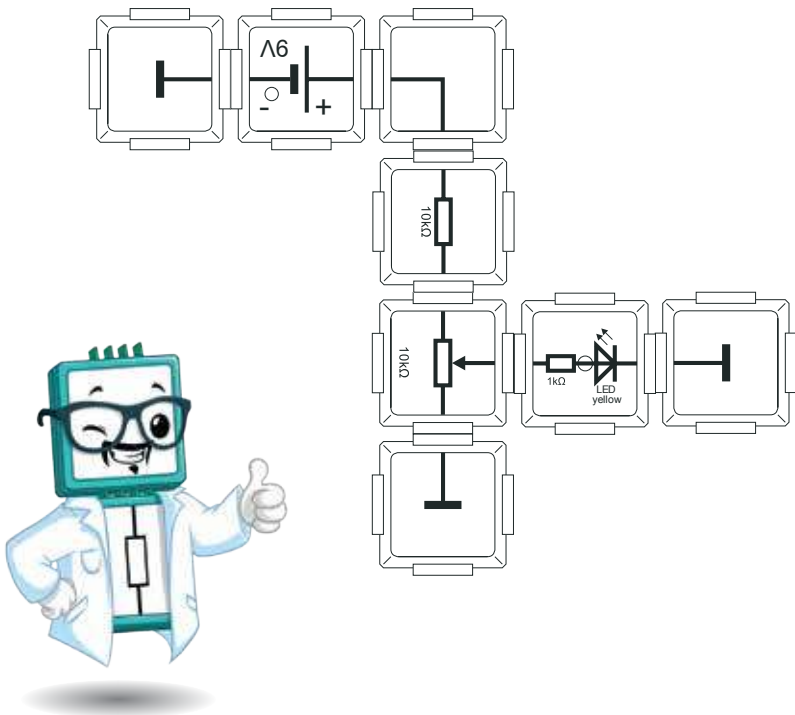
4.15 Erweiterter Bereich des Potentiometers (unten)

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 3x Masse-Baustein, Potentiometer-Baustein, Eck-Baustein, 10k Ω -Widerstandsbaustein**

Das Potentiometer ist mit einem Widerstand (10k Ω) in Serienschaltung gebracht und ist somit auf einen bestimmten Bereich der Aufteilung der Spannung begrenzt. Ist noch ein Widerstand zwischen Spannungsquelle und Potentiometer geschaltet worden, bestimmt das Potentiometer ausschließlich den unteren Spannungsbereich. Die Aufteilung der Spannung durch das Potentiometer geschieht erst, wenn die Versorgungsspannung bereits geteilt wurde, sodass es nur noch möglich ist, das untere Intervall des Spannungsbereiches mit Hilfe des Potentiometers aufzuspalten. Man teilt hier die Spannung gewissenmaßen zweimal. In unserem Versuch ist eine Spannungsteilung durch das Potentiometer nur in einem unteren 50-Prozent-Bereich möglich, weil die erste Spannungsaufteilung über einen Widerstands-Baustein 10k Ω realisiert wird, der genau dem höchstmöglichen Widerstandswert des Potentiometers entspricht. Das Intervall liegt somit in den Grenzen von einschließlich 4,5 - 0 Volt. Das ist die untere Hälfte der Versorgungsspannung von 9 Volt. Auch in diesem Versuch ist streng darauf zu achten, dass nur der LED-Baustein an den Schleifer-Kontakt des Potentiometer-Bausteins angeschlossen wird. Ein Fehler würde hier zwar nicht zur Zerstörung des Potentiometers führen, aber noch ein weiterer Fehler und es könnte trotzdem zur Zerstörung des Potentiometers in unserem Potentiometer-Baustein führen. Das ist somit ausgeschlossen.

Die Sicherheit kommt in der Elektrotechnik immer zuerst!

Der LED-Baustein und der Teil des Potentiometers, der zwischen Masse und Schleifer liegt, bilden auch hier wieder eine Parallelschaltung, so wie in Versuch 3.15 bereits beschrieben.



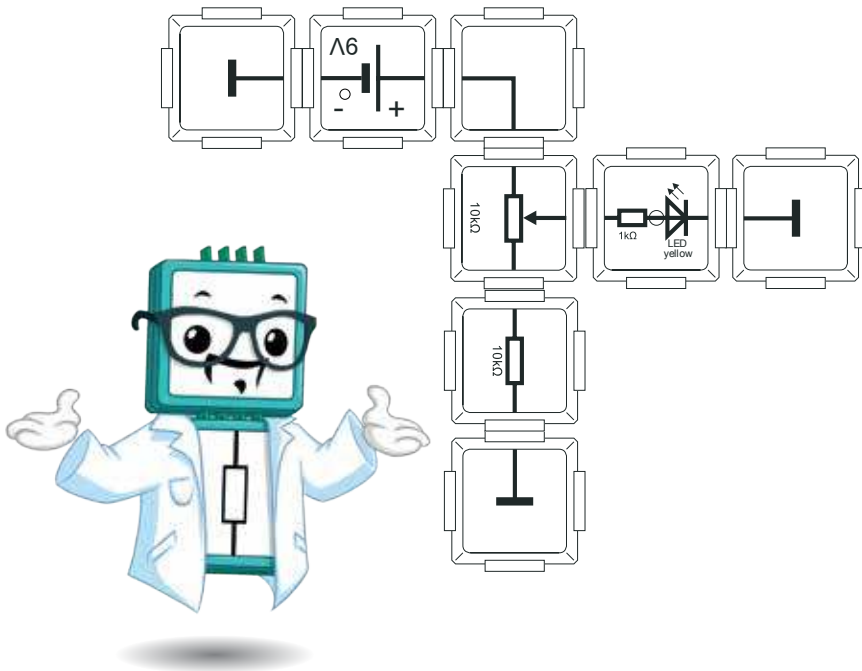
4.16 Erweiteter Bereich des Potentiometers (oben)

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 3x Masse-Baustein, Potentiometer-Baustein, Eck-Baustein, 10k Ω -Widerstandsbaustein**

Das Potentiometer ist mit einem Widerstand (10k Ω) in Serienschaltung gebracht und ist somit auf einen bestimmten Bereich der Aufteilung der Spannung begrenzt. Ist das Potentiometer zwischen Widerstand und Spannungsquelle geschaltet, bestimmt es ausschließlich den oberen Spannungsbereich. Die Aufteilung der Spannung durch das Potentiometer geschieht schon, bevor die Versorgungsspannung durch den folgenden Widerstand (10k Ω) nochmals geteilt wird, sodass es nur möglich ist, das obere Intervall des Spannungsbereiches mit Hilfe des Potentiometers aufzuspalten.

Man teilt auch hier die Spannung gewissenmaßen zweimal. In unserem Versuch ist eine Spannungsaufteilung durch das Potentiometer auf den oberen 50-Prozent-Bereich begrenzt, weil die zweite Spannungsaufteilung über einen Widerstands-Baustein (10k Ω) realisiert wird. Dieser Wert entspricht dem höchstmöglichen Widerstandswert des Potentiometers von 10k Ω . Beide Widerstandswerte sind gleich groß und teilen daher den Spannungsbereich in zwei gleiche Teile. Das mögliche Intervall liegt somit in den Grenzen von einschließlich 9 - 4,5 Volt.

Das ist die obere Hälfte der Versorgungsspannung von 9 Volt. Auch in diesem Versuch ist streng darauf zu achten, dass nur der LED-Baustein an den Schleifer-Kontakt des Potentiometer-Bausteins angeschlossen wird. Ein Fehler würde hier zwar nicht zur Zerstörung des Potentiometers führen. Ein weiterer Fehler ist somit auch ausgeschlossen. Der LED-Baustein und der Teil des Potentiometers, der zwischen Widerstands-Baustein (10k Ω) und Schleifer liegt, bilden zusammen wieder eine Parallelschaltung mit einem Widerstand von 10k Ω , so wie in Versuch 3.15 und 3.16 bereits.



4.17 Schwellspannung

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, LED-Baustein grün, 3x Masse-Baustein, Potentiometer-Baustein, 2x Eck-Baustein, 10kΩ-Widerstandsbaustein, 2x T-Stück-Baustein,**

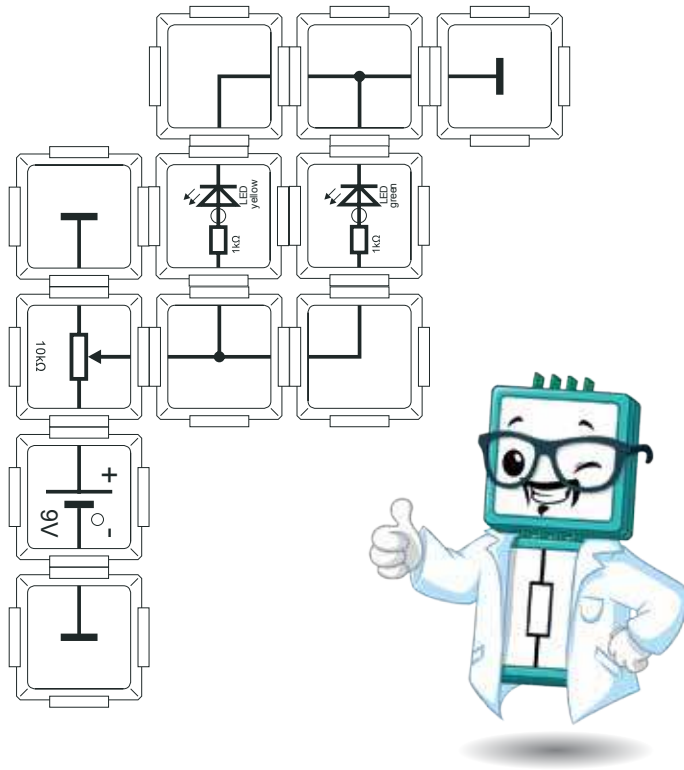
Die Schwellspannung ist ein Begriff, der in der Elektronik bei Halbleiter-Elementen Verwendung findet. In unserem Elektronikset finden mit den LED-Bausteinen und dem Transistor-Baustein Halbleiter-Elemente Verwendung. Die Schwellspannung beschreibt den Wert der angelegten Spannung der überschritten werden muss, um einen z.B. Halbleiter zu betreiben. In dem folgenden Versuch bauen wir eine Schaltung auf, in der wir die Leuchtdioden durch Überschreiten der Schwellspannung zum Leuchten bringen. Wir bestimmen diese durch die Stellung des Drehknopfes an unseren Potentiometer-Baustein.

Der Drehknopf sollte dafür zuerst ganz nach links gestellt sein und langsam nach rechts gedreht werden. Wir beobachten dann, dass zuerst die eine LED (z.B. die gelbe), dann die andere LED (z.B. die grüne), in seltenen Fällen auch beide gleichzeitig zu leuchten beginnen. Welche LED zuerst zu leuchten beginnt, wird von der unumgänglichen Toleranz bei der Herstellung bestimmt. Unser Potentiometer fungiert auch hier wieder als Spannungsteiler, so wie es in den vorangegangenen Versuchen beschrieben wurde. Auch hier ist wieder unbedingt darauf zu achten, dass der Schleifer-Kontakt nur an die LED-Bausteine angeschlossen werden darf. Andernfalls besteht Kurzschlussgefahr und der Potentiometer-Baustein könnte zerstört werden.

Ist der Dreh-Knopf in Ausgangsposition, also links am Anschlag, liegt keine Spannung an, ist er rechts am Anschlag, ist die höchstmögliche Spannung von 9 Volt erreicht und die Intensität der Leuchtdioden am höchsten.

Für Niedrigstrom-LEDs (2mA) liegt die Betriebsspannung, in Abhängigkeit von der Farbe, typischerweise bei: Rot 1,6 - 2,2V, Gelb 1,7 - 2,5V, Grün 1,7 - 2,5V, Blau 3 - 4V.

Der untere Wert gibt ungefähr die Schwellspannung an.



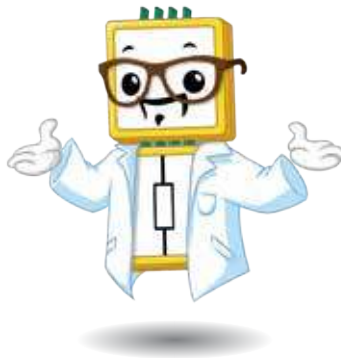
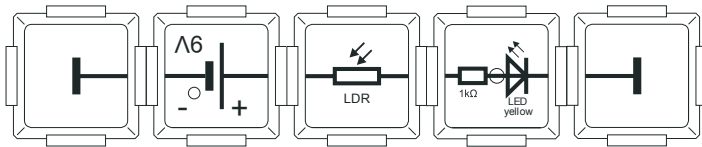
5. LDR - Lichtempfindlicher Widerstand

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, LDR-Baustein, 2x Masse-Baustein**

Unser LDR-Baustein verändert seinen Widerstandswert in Abhängigkeit der Lichtintensität mit der er bestrahlt wird. Er verändert seinen Widerstand also nicht mechanisch, wie beim Potentiometer, sondern in Abhängigkeit von einer weiteren elektromagnetischen Größe, dem Licht. Wird der LDR-Baustein vom Licht bestrahlt, ändert er seinen Widerstandswert zu Gunsten der Leitfähigkeit, der Widerstandswert wird kleiner und der Stromfluss durch ihn hindurch größer.

Sein Widerstandswert erreicht einen sehr hohen Betrag von mehreren $100\text{k}\Omega$ bei Dunkelheit, hat aber dafür bei Lichteinstrahlung einen sehr niedrigen Wert von wenigen 100Ω . Die Veränderung beträgt ungefähr das Tausendfache. In dem folgenden Experiment wird die Leuchtdiode nur leuchten, wenn der LDR in unserem LDR-Baustein von Licht bestrahlt wird. Sie erlischt jedoch, wenn der LDR verdunkelt wird.

Der Effekt hat eine kurze Verzögerungszeit. Hier liegt natürlich wieder eine reine Serienschaltung von LDR-Baustein und LED-Baustein vor.



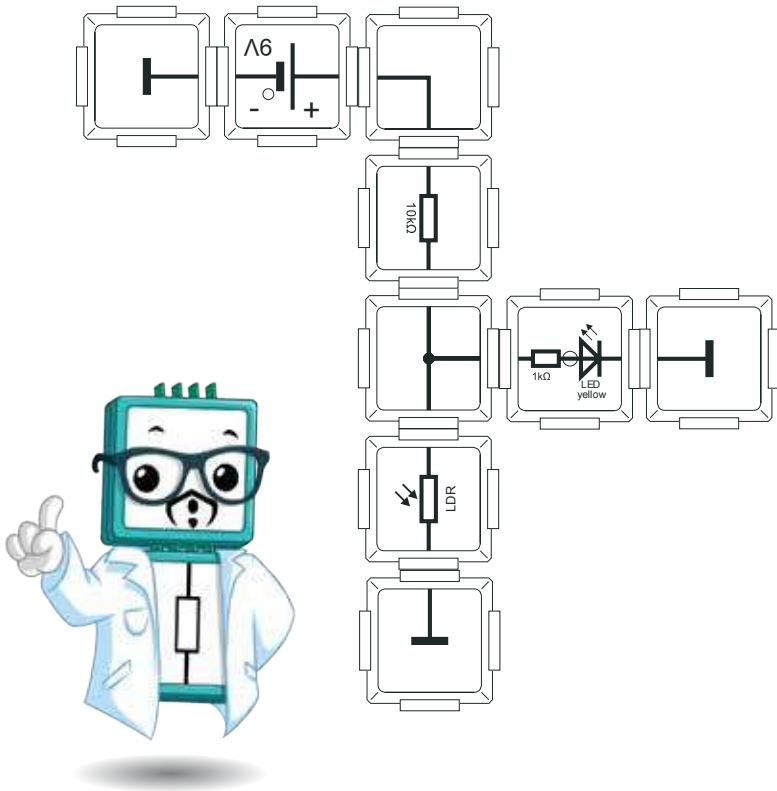
5.1 LDR - Licht an bei Dunkelheit

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, LDR-Baustein, 10k Ω -Widerstandsbaustein, 3x Masse-Baustein, Potentiometer-Baustein, Eck-Baustein, T-Stück-Baustein**

Es macht im Alltag wenig Sinn, wenn eine Lichtquelle zusätzlich Licht spendet, obwohl die Umgebung hell erleuchtet ist, so wie im Versuch 4.1. Das ist nur für technische Zwecke sinnvoll, bei denen eine Kontrolle einer entfernten Lichtintensität stattfindet z.B. ein Kellerlicht.

Ein LDR könnte eine Kontroll-LED im Flur steuern. Oft ist genau das Gegenteil gewünscht. Das Licht soll leuchten, wenn Dunkelheit herrscht. Die Wirkung des LDR steht hierzu scheinbar im Widerspruch. Die Elektronik kann mit einem raffinierten Trick die Verwendung von LDR und Leuchtdiode umkehren. Hierfür bauen wir eine Verzweigung aus Parallel- und Serienschaltung. Der Widerstands-Baustein und der LDR-Baustein sind in Serie geschaltet. Der LED-Baustein wird parallel dazu, von der Mitte zwischen Widerstand und LDR, abgegriffen. Verdunkelt man jetzt den LDR, erhöht also maßgeblich seinen Widerstand, ist der Stromfluss durch ihn nur noch sehr klein.

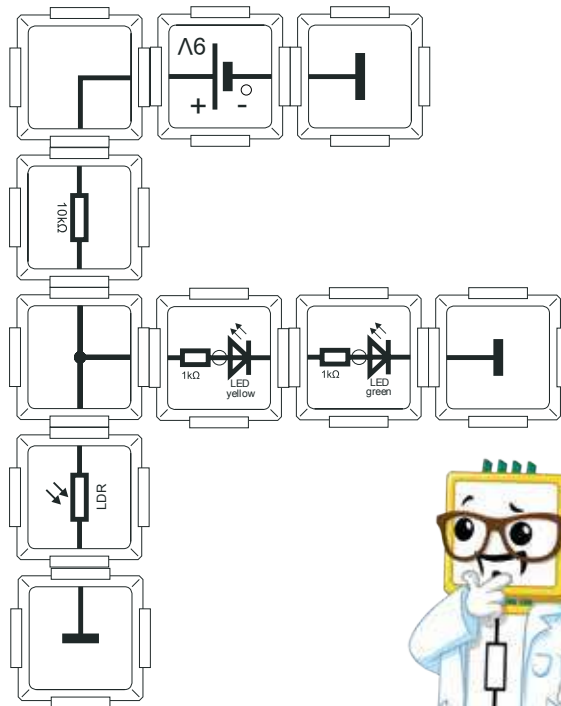
Und der Strom "sucht" sich eine bessere Alternative, um den Masse-Baustein hinter der Leuchtdiode zu erreichen. Die Leuchtdiode beginnt zu leuchten. Wird der LDR in unserem LDR-Baustein hingegen beleuchtet, ist der Spannungsabfall über dem 10k Ω Widerstand so groß, dass die nötige Schwellenspannung für den Betrieb der LED nicht mehr erreicht wird, und die Leuchtdiode erlischt. Der zusätzliche Eck-Baustein muss nicht verwendet werden. Er ist nur zu Darstellungszwecken abgebildet.



5.2 LDR - Licht an bei Dunkelheit - Empfindlicher

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, LED-Baustein grün, LDR-Baustein, 10k Ω -Widerstandsbaustein, 3x Masse-Baustein, Potentiometer-Baustein, Eck-Baustein, T-Stück-Baustein**

Jetzt wird es nur scheinbar komplizierter. Wir verwenden geschickt die Diffusionsspannungen der beiden LEDs aus unserem Elektronikset, um deren Sensibilität zu verbessern. Die Diffusionsspannung ist die Spannung, die bei einem Halbleiter aufgebracht werden muss, um Leitungsvorgänge im Innern der Halbleiter zu realisieren. Sie beträgt, je nach verwendetem Halbleitermaterial 0,3 Volt bis 0,7 Volt. Unsere Diffusionsspannung liegt bei ca. 0,7 Volt. Eine gemischte Schaltung aus zwei Widerstands-Bausteinen (LDR und 10k Ω) und zwei LED-Bausteinen (gelbe und grüne LED) wird Verwendung finden. Die LED-Bausteine liegen dabei parallel zu unserem LDR-Baustein. Bei Dunkelheit ist der Spannungsabfall über dem LDR sehr groß, da er zusammen mit dem Widerstandsbaustein (10k Ω) einen Spannungsteiler bildet. Die Versorgungsspannung von 9 Volt liegt fast ausschließlich an beiden Leuchtdioden und dem 10k Ω Widerstand an. Im vorherigen Versuch lag die Versorgungsspannung 10k Ω -Widerstand und nur einer LED an. Der Stromfluss durch beide LEDs wird erst bei enormer Dunkelheit groß genug, um diese zum Leuchten zu bringen. Die Schwelle der Intensität des Umgebungslichtes, ab der die LEDs zu leuchten beginnen, liegt höher. Sie leuchten erst bei größerer Dunkelheit. Die Diffusionsspannungen der beiden Leuchtdioden erhöhen die Sensibilität.



6. Kondensator als Ladungsspeicher

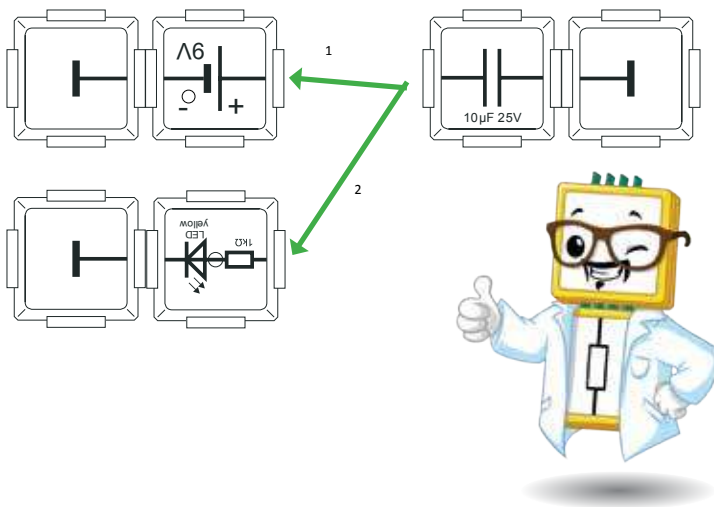
Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 10 μ F-Kondensator-Baustein, 2 x Masse-Baustein**

Kondensatoren sind ein wichtiges Bauelement in der Elektronik. Sie sind in der Lage elektrische Energie sehr schnell zu speichern und sehr schnell wieder abzugeben. Die Geschwindigkeit mit der Kondensatoren ihre Energie speichern und abgeben können, zusammen mit dem technisch vergleichbar geringem Aufwand ihrer Herstellung, macht sie so unentbehrlich. Der Kondensator besteht aus zwei gegenüberliegenden leitenden Schichten, die durch ein Material voneinander isoliert werden. Dieses Material ist, neben der Größe der Schichten und deren Entfernung voneinander, der wichtigste Bestandteil des Kondensators und bestimmt wesentlich seine elektrischen Eigenschaften. Dieses Material wird als Dielektrikum bezeichnet.

Das Dielektrikum besteht meistens aus einem Isolator, aber auch Luft oder ein Vakuum kann als Dielektrikum verwendet werden. Die wichtigste Eigenschaft ist die Kapazität, welche in Farad (F) gemessen wird. Ein Farad (1F) ist für gewöhnliche Zwecke sehr viel. Eine geläufige Kapazität des elektronischen Alltags wird schon in hohen negativen Zehnerpotenzen angegeben. Millionstel werden in Mikro (μ), Milliardstel in Nano (n) und Billionstel in Piko (p) angegeben. In unserem Elektronikset sind zwei Kondensator-Elemente vorhanden. Das eine hat einen Kondensator mit der Kapazität von 10 μ F, das andere einen Kondensator von 100 μ F. Zusätzlich ist die höchstmögliche Betriebsspannung zu berücksichtigen sowie die Polung bei Elektrolytkondensatoren. Letztere haben also einen Plus- und einen Minuspol. Unser Elektrolytkondensator ist ein Tantalkondensator.

Der Minuspol des Tantalkondensators muss an den Minuspol der Spannungsquelle angeschlossen werden. Der Minuspol des Kondensators ist oft nicht gekennzeichnet. Der Pluspol des Tantalkondensators muss an den Pluspol der Spannungsquelle angeschlossen sein. Der Pluspol des Kondensators ist mit einem "Plus" gekennzeichnet. Schließt man den Tantalkondensator falsch an, kann dieser zerstört werden und explodieren. Diese Regel muss auch beachtet werden, wenn andere Bauelemente zwischen Elektrolytkondensator und Spannungsquelle liegen. Der 10 μ F-Kondensator in unserem anderen Baustein ist nicht gepolt, und kann beliebig angeschlossen werden. Die Bestimmung der Kapazität erfolgt über die aufgebaute Spannung, Lade-Zeit und den Lade-Strom. Da der Widerstandswert eines Kondensators mit der Dauer seiner Aufladung wächst und auch von der Ladung, die er bereits trägt, abhängt, kann ein Kondensator ideell nie voll aufgeladen werden. Das ist sehr interessant.

1. Aufladen des 10 μ F-Kondensators zwischen Batterieteil und Masse, diesen dazwischen anschließen.
2. Entladen des 10 μ F-Kondensators zwischen LED-Baustein und Masse, diesen dazwischen verbinden.
Es ist zu beobachten, dass die LED kurz aufblitzt.



6.1 Kondensator mit größerer Kapazität

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 100 μ F-Elektrolytkondensator-Baustein, 2 x Masse-Baustein**

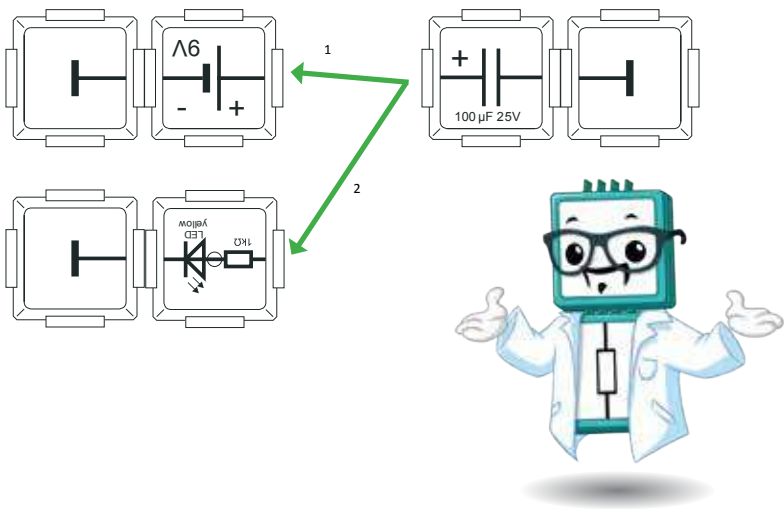
Versuchsaufbau: Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 100 μ F-Elektrolytkondensator-Baustein, 2 x Masse-Baustein
Der 100 μ F-Tantal-Kondensator in unserem Baustein ist, wie schon beschrieben, ein Elektrolytkondensator. Bei ihm muss unbedingt auf die Polung geachtet werden, andernfalls besteht Explosionsgefahr. Die mit einem Plus (+) gekennzeichnete Seite des Kondensators ist an die Kathode der Spannungsquelle, die ebenfalls mit einem Plus (+) gekennzeichnet ist, anzuschließen. Der Begriff Elektrolyt bedeutet, dass die Kathode der Minuspol des Kondensators aus einem leitfähigem Material besteht, das mehr Energie speichern kann. Daher kann er mehr Ladung speichern als ein anderer Kondensator. Ein Elektrolyt hat einen höheren elektrischen Widerstand als Metalle, kann aber auch elektrische Ladungen transportieren, bzw. speichern. Das Tantalpenoxid ist eine chemische Verbindung, die als Dielektrikum auf den Minuspol (-) des Kondensators gebracht wird, um größere Ladungen voneinander zu isolieren.

Diese Tantal-Verbindung ist ein sehr guter Isolator, hat also einen sehr hohen elektrischen Widerstand, daher steigt die Kapazität des Kondensators abermals. Mit 100 μ F ist die Kapazität unseres Tantal-Kondensators zehnmal größer als die des ersten Kondensators, er kann also auch zehnmal mehr elektrische Energie speichern. Das werden wir jetzt in einem weiteren Versuch nutzen. Die Leuchtdiode leuchtet nun heller und länger als im vorangegangenen Experiment 5.1.

Versuchsaufbau:

1. Das Aufladen erfolgt über die Spannungsquelle und den Massebaustein. Letzterer wird an den Minuspol, die Kathode, des Kondensators angeschlossen und verbleibt auch beim Entladen dort. Die Kathode, der Pluspol der Spannungsquelle wird mit der Anode, dem Pluspol (+) des Kondensators kontaktiert und dieser ist nach kurzer Zeit ausreichend geladen um unsere LED zum Leuchten zu bringen.

2. Jetzt lösen wir die Verbindung von Spannungsquelle und Kondensator-Baustein und stecken die Anode des Kondensators an die Anode des LED-Bausteins. Die Kathode, der Minuspol der LED in unserem LED-Baustein muss mit einem Massebaustein verbunden sein, um einen geschlossenen Stromkreis zu realisieren. Nach längerem, hellerem Aufblitzen der LED ist unser Kondensator wieder entladen.



6.2 Kondensator - wie ein kleiner Akku

Versuchsaufbau: Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 100µF-Elektrolytkondensator-Baustein, 100kΩ-Widerstandsbaustein, 2 x Masse-Baustein

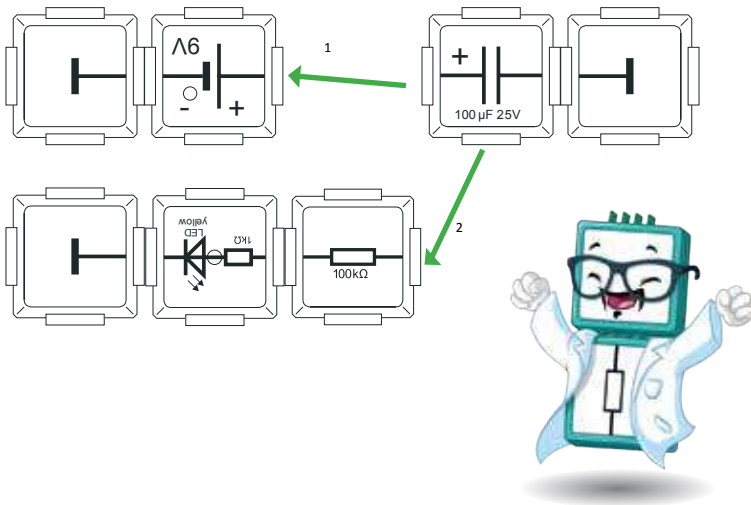
Durch eine Begrenzung des Entladestroms des Kondensators über 100kΩ-Widerstand kann die Entladezeit vergrößert werden. In den beiden Versuchen 5.1 und 5.2 wurde die Entladung lediglich von dem Vorwiderstand in unserem LED-Baustein bestimmt. Jetzt bringen wir den 100kΩ-Widerstandsbaustein in Serie an die Anode unseres LED-Bausteins und erhöhen so wesentlich den Gesamtwiderstandswert.

Der Entladestrom ist durch die Spannung am Kondensator, die mit zunehmender Entladung sinkt, gegeben. Wir drosseln den Stromfluss durch den 100kΩ-Widerstand und verlängern so die Entladezeit. Die Spannung am Kondensator bleibt länger erhalten. Unser Tantalkondensator wird wie ein kleiner Akkumulator betrieben, beispielsweise wie eine winzige Autobatterie. Die Kapazität des Kondensators bleibt ebenso gleich wie die Anfangs-Ladung aus Versuch 5.2. Multipliziert man den durchschnittlichen Stromfluss (I) mit der Entladezeit (t), erhält man die Ladung (Q). ($Q=I \times t$) Da die Spannung am Kondensator von seiner Ladung abhängt, die Ladung aber im veränderlichen Fluss ist, ändert sich die Spannung hier ständig, weil mit zunehmender Ladungsdauer der Widerstand am Kondensator auch größer wird, wird der Stromfluss verringert. Für gleichbleibende, geladene Zustände gilt: die Spannung (U) ist gleich dem Produkt aus Kapazität (C) und Ladung (Q). ($U= C \times Q$). Für veränderliche Prozesse muss eine Exponentialfunktion verwendet werden. Im folgenden Versuch findet die gelbe LED Verwendung, da sie etwas heller ist als die grüne.

Versuch:

1. Das Aufladen erfolgt über die Spannungsquelle und den Massebaustein. Letzterer wird an den Minuspol, die Kathode des Kondensators angeschlossen und verbleibt auch beim Entladen dort. Die Kathode, der Pluspol der Spannungsquelle wird mit der Anode, dem Pluspol des Kondensators kontaktiert.

2. Jetzt lösen wir die Verbindung von Spannungsquelle und Kondensator-Baustein und stecken die Anode des Kondensators an den 100kΩ Widerstandsbaustein und diesen an die Anode des LED-Bausteins. Die Kathode, der Minuspol der LED muss mit einem Massebaustein verbunden sein, um einen geschlossenen Stromkreis zu realisieren. Nach längerem, dunklerem Leuchten und Erlöschen der LED ist unser Kondensator wieder entladen.



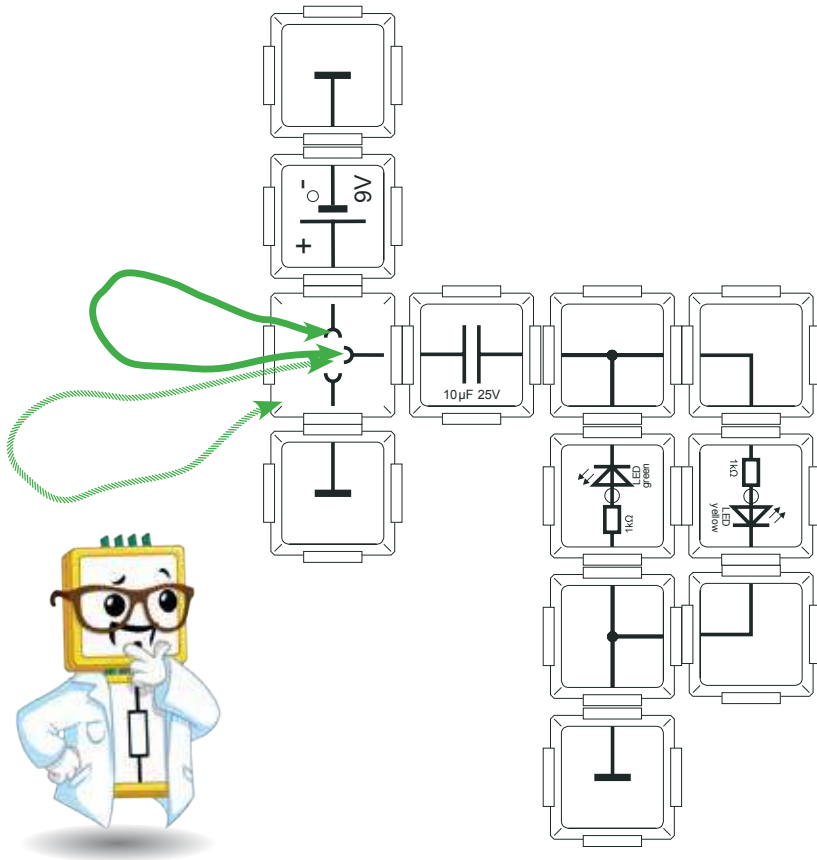
6.3 Kondensator zweigleisig

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, LED-Baustein grün, 10 μ F-Kondensator-Baustein, Kontakte-Baustein, 3 x Masse-Baustein, 2x T-Stück-Baustein, 2x Eckbaustein**

Wir haben die Eigenschaft des Kondensators bei der Entladung kennengelernt. Das Aufladen wurde zwar technisch realisiert, aber optisch nicht dargestellt. Im folgenden Versuch veranschaulichen wir sowohl den Lade-, als auch den Entladevorgang. Hierzu verwenden wir das erste Mal den Kontakte-Baustein um zwei Verbindungen herzustellen ohne den Versuchsaufbau abändern zu müssen. Die Lade- und Entladeeigenschaften des Kondensators sind genau entgegengesetzt gleich. Und so schalten wir auch die Leuchtdioden in unserem Versuchsaufbau entgegengesetzt gleich (antiparallel). Mit den Aufladevorgang am Kondensator wird die gelbe LED kurz aufleuchten und mit dem Entladevorgang die grüne LED. Der Aufladevorgang wird durch eine Verbindung des im Schaltbild dargestellten oberen mit dem rechten Kontakt realisiert. Der Entladevorgang wird durch eine Verbindung vom unteren mit dem rechten Kontakt hervorgerufen. Wir verwenden den 10 μ F-Kondensator-Baustein, daher muss auf eine Polung keine Rücksicht genommen werden.

Versuch:

1. Zuerst den oberen mit dem rechten Kontakt verbinden und nach kurzem Aufleuchten der gelben LED wieder lösen
2. Jetzt den unteren mit dem rechten Kontakt verbinden und nach kurzem Aufleuchten der grünen LED wieder lösen



6.4 Kondensator permanent

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, LED-Baustein grün, 10µF-Kondensator-Baustein, Kontakte-Baustein, 3 x Masse-Baustein, 2x T-Stück-Baustein, 2x Eckbaustein**

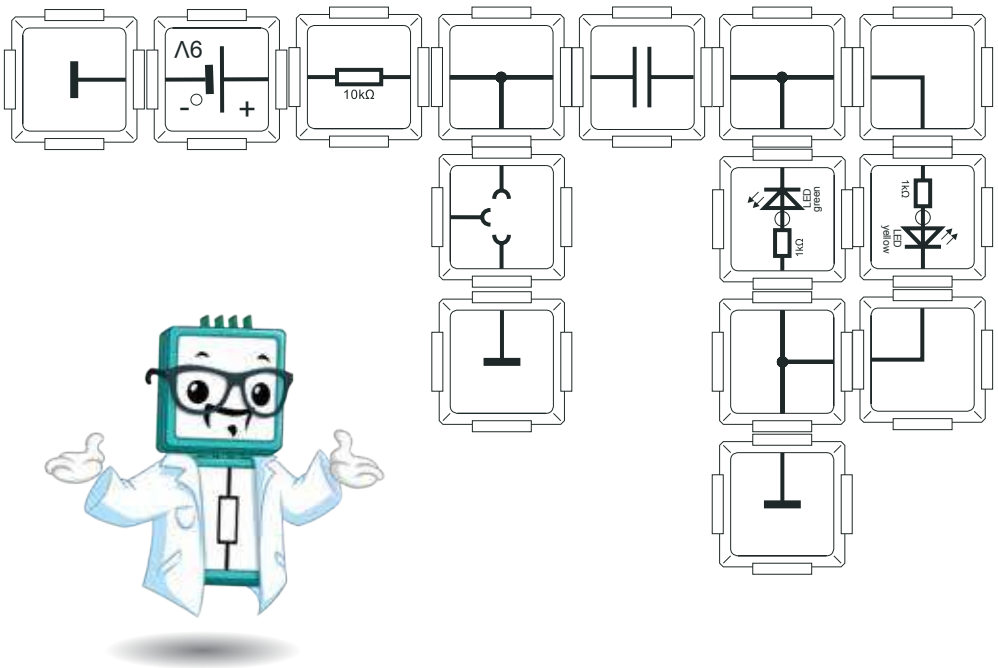
Die Handhabbarkeit einer elektronischen Schaltung ist ein wichtiges Kriterium bei deren Entwurf. Es ist anschaulich besser nur z.B. einen Schalter bedienen zu müssen, um eine Funktion zu steuern, als zwei oder mehrere. In unserer folgenden Schaltung ist der Kondensator ständig in eine Schaltung eingebracht und wird nur dann entladen, wenn die gegenüberliegenden Kontakte an unserem Kontakt-Baustein verbunden werden. Dazu werden die antiparallel geschalteten LED-Bausteine in den Stromkreis so eingebracht, dass sie mit dem 10µF-Kondensator und 10kΩ-Widerstand in Serie liegen.

Wird jetzt eine Spannung über die Spannungsquelle angelegt, leuchtet die gelbe LED solange kurz auf, bis der Kondensator geladen ist und sein Widerstand im Gleichstromkreis unendlich hoch wird. Schließt man jetzt die Verbindung an den gegenüberliegenden Kontakten unseres Kontakte-Bausteins, wird der Kondensator augenblicklich entladen und die grüne LED in unserem LED-Baustein leuchtet kurz auf.

Verbindet man die beiden Kontakte in kurzer Folge blinken die LEDs abwechselnd auf. Der 10kΩ-Widerstand ist hier sehr wichtig, da er den höchst möglichen Strom beim Entladen des Kondensators begrenzt und somit einen Kurzschluss verhindert. Kurzzeitig ist der Stromfluss durch die Kontakte bei deren Schließen sogar höher als der höchstmögliche Stromfluss von der Spannungsquelle, da der Entladestrom des Kondensators hinzugezählt werden muss.

$$I = \frac{9V}{10.000k\Omega} = 0,9mA$$

Die Stromrichtung kehrt sich beim Entladen um, in Bezug zum Aufladen.



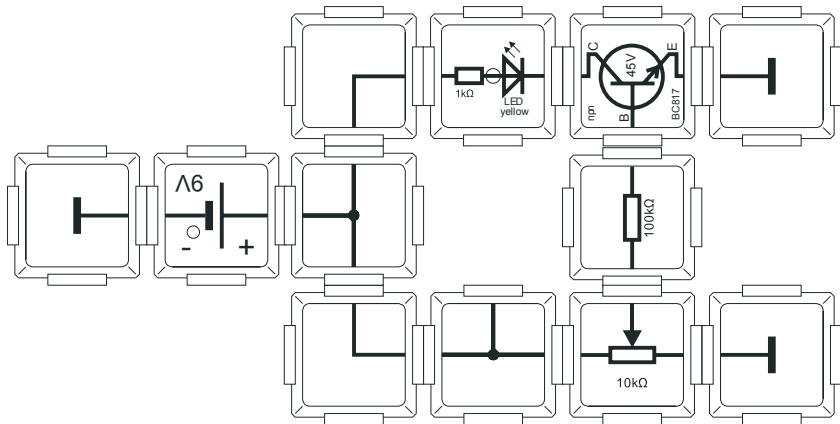
7. Der Transistor als Verstärker

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 10k Ω -Widerstands-Baustein, Transistor-Baustein, Potentiometer-Baustein, 3 x Masse-Baustein, 2x T-Stück-Baustein, 2x Eckbaustein**

Der Transistor ist das letzte Halbleiter-Bauelement aus unserem Elektronikset. Der Transistor ist ein elektronischer Verstärker, der nicht mechanisch, so wie ein Lichtschalter bei Ihnen zuhause, betätigt wird, sondern elektronisch durch einen Stromfluss an seinem Basiskontakt. Die "Arbeitskontakte" sind mit Kollektor (C) und Emittor (E) benannt. Über sie wird der Stromfluss realisiert, der das entsprechende Bauelement funktionieren lässt, so wie die Lampe leuchtet, wenn man den Lichtschalter betätigt.

Der Lichtschalter verstärkt sozusagen das Betätigen. Man bringt das Leuchtmittel nicht mit der Muskelkraft zum Leuchten, sondern durch das Schalten. Es ist unbedingt auf die richtige Anschlussweise zu achten. Der Emittor-Kontakt muss direkt oder indirekt an die Anode der Spannungsquelle angeschlossen werden. Die Basis- und Kollektorkontakte sind direkt oder indirekt an die Kathode der Spannungsquelle anzuschließen. Wobei der Basis-Kontakt eine Sonderstellung einnimmt, er darf nur mit etwa einem Tausendstel des Stromes der am Emittor abfließt betrieben werden. Das ist in unserer Schaltung durch den 100k Ω -Widerstand realisiert. Das Potentiometer kann, ganz nach links gestellt, den Transistor "anschalten" und ganz nach rechts gedreht ihn wieder "ausschalten".

Es ist wieder unbedingt darauf zu achten, dass der Schleifer-Kontakt des Potentiometer-Bausteins nicht an den Masse- oder Spannungsquellen-Kontakt angeschlossen ist. Das Potentiometer in unserem Potentiometer-Baustein ist wieder ein Spannungsteiler. Beim Drehen des Knopfes von rechts nach links wird die gelbe LED zu leuchten beginnen, sowie sie wieder erlischt, wenn der Drehknopf zurückgedreht wird.

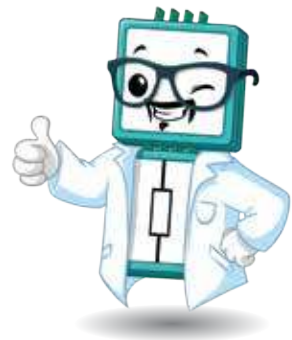
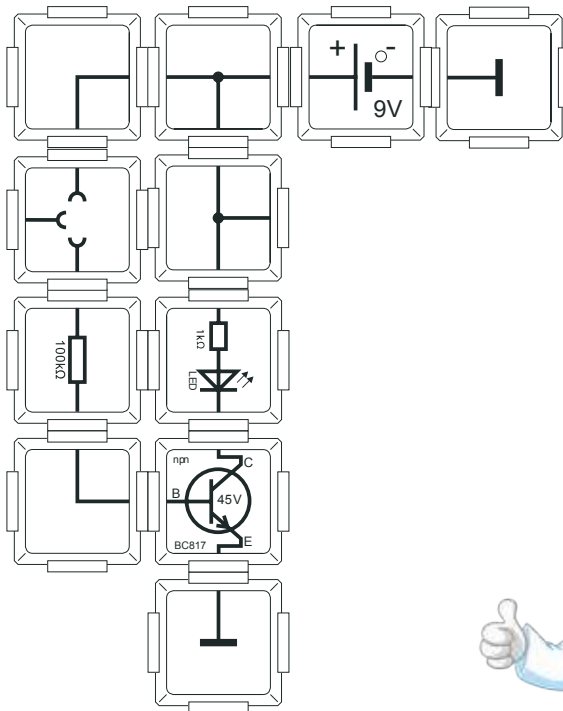


7.1 Der Transistoren als Schalter

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 100k Ω -Widerstands-Baustein, Transistor-Baustein, 2x Masse-Baustein, 2x T-Stück-Baustein, 2x Eckbaustein, Kontakte-Baustein**

Der Basisstromfluss am Transistor ist so empfindlich, dass er bereits bei sehr kleinen Leitwerten, also hohen elektrischen Widerständen einen Stromfluss zwischen Kollektor (C) und Emitter (E) verursacht. Das wird unsere nächste Schaltung verdeutlichen. Der vor dem 100k Ω Basis-Widerstand eingebrachte Kontakte-Baustein kann z.B. nur durch Ihre Finger überbrückt werden, um die gelbe Leuchtdiode zum Leuchten zu bringen. Der menschliche Körper hat etwa einen elektrischen Widerstand von 1000 Ω , was für ein Schaltvorgang ausreichend ist.

Die hohe Sensibilität des Transistor-Basisstromes ermöglicht ein breites Anwendungsgebiet des Transistors als Schalter in der Technik. So kann der Transistor als Regenmelder eingesetzt werden. Die in unserem Schaltbild dargestellten Kontakte werden dann bildhaft erweitert, beispielsweise bis in den Außenbereich eines Hauses, um durch Regen verursachte Minimalströme an der Basis das Wetter darzustellen. Der Transistor ist hier sozusagen ein Sensor.

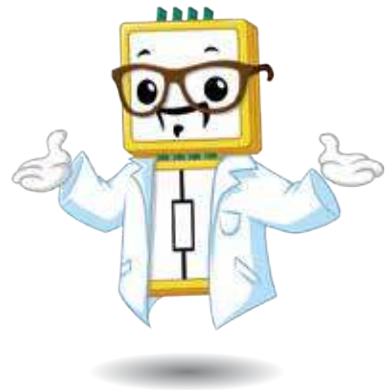
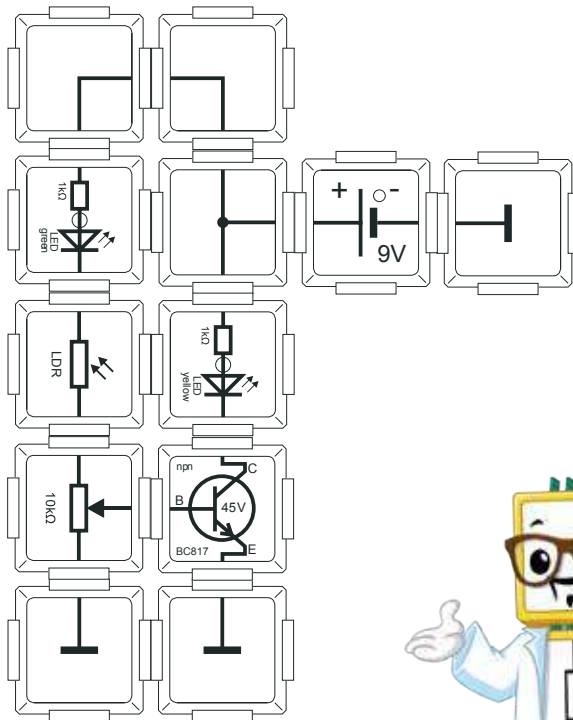


7.2 LDR und Transistor

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, LED-Baustein grün, Potentiometer-Baustein, Transistor-Baustein, LDR-Baustein, 3x Masse-Baustein, T-Stück-Baustein, 2x Eckbaustein**

Jetzt möchten wir eine Schaltung realisieren in der unser Transistor so eingestellt werden kann, dass er in Abhängigkeit der Umgebungslichtstärke beliebig die gelbe LED zum Leuchten bringt. Das Potentiometer und der Photowiderstand (LDR03) sind hierzu in Serie geschaltet und bilden einen Spannungsteiler. Die Spannung teilt sich hier über grüne LED, LDR und Potentiometer auf. Wobei LDR und Potentiometer veränderliche Widerstände sind. Der LDR wird von der Umgebungslichtstärke und das Potentiometer manuell eingestellt.

Der zweite Stromkreis ist der über den Kollektor- und Emitter-Kontakt am Transistor. Der wird direkt vom Basisstrom gesteuert und kann als Arbeitsstromkreis bezeichnet werden. An der grünen LED ist der Basisstrom absehbar, je heller diese leuchtet, desto mehr Strom fließt zwischen Basis und Emitter. Der Schleifer-Kontakt des Potentiometer-Bausteins darf nur an den Basis-Kontakt des Transistorbausteins angeschlossen werden. Es besteht noch keine Kurzschlussgefahr, aber ein weiterer Fehler und er könnte zerstört werden.



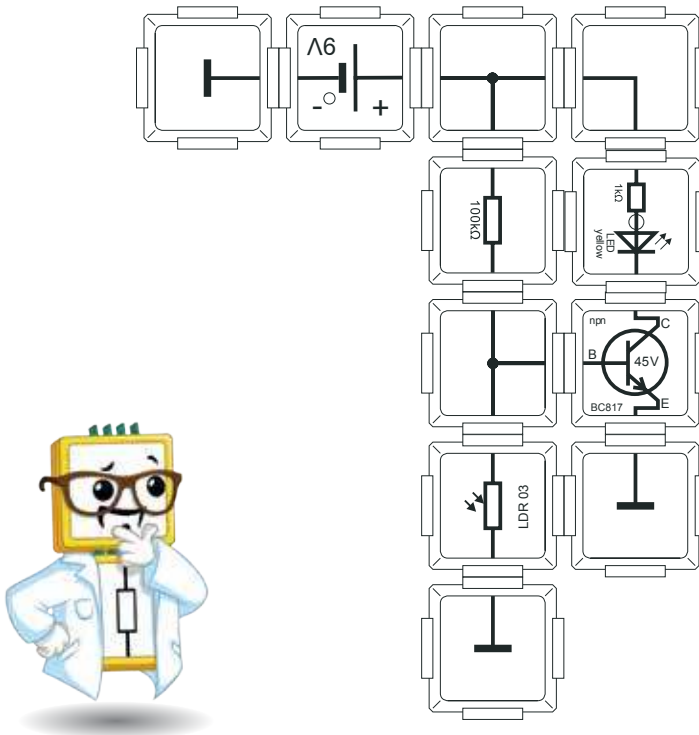
7.3 LDR und Transistor - Nachtlcht

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 100kΩ-Widerstands-Baustein, Transistor-Baustein, LDR-Baustein, 3x Masse-Baustein, 2x T-Stück-Baustein, Eckbaustein**

Wie schon im Versuch 4.2 ist es wenig sinnvoll ein Leuchtmittel zusätzlich zum Umgebungslicht zu betreiben. Es ist vielmehr notwendig das Licht einzuschalten, wenn das Umgebungslicht zu gering geworden ist, um noch ausreichend viel von der Umgebung wahrzunehmen. Hierfür haben wir in der nun folgenden Schaltung den LDR-Baustein gegen Masse geschaltet, was genau die gewünschte Funktion bewirkt. Der Widerstandswert in unserem LDR nimmt bei zunehmender Umgebungslichtstärke ab und der Spannungsteiler von 100kΩ-Widerstand und LDR bewirkt, dass am Basis-Kontakt des Transistors kaum ein Stromfluss aufkommt.

Es fällt fast die gesamte Spannung von 9V über dem 100kΩ-Widerstand ab. Es bleiben ungefähr 0,09V übrig, wenn der LDR einen Widerstandswert von 100Ω hat. Das genügt nicht um den Transistor an seinem Basis-Kontakt durchzuschalten. Es kommt also auch kein Kollektor-Emitter-Stromfluss auf. Die gelbe LED erlischt. Ist dagegen bei Dunkelheit der Widerstandswert des LDR sehr hoch, teilt sich die Spannung von 9V ungefähr zu gleichen Teilen auf beide Widerstände auf. Es fließt ein Basistrom, der wiederum ein Stromfluss im Arbeitsstromkreis zwischen Kollektor und Emitter ermöglicht. Die gelbe LED in unserem LED-Baustein beginnt zu leuchten.

Man spricht hier von einer automatischen Nachtschaltung.



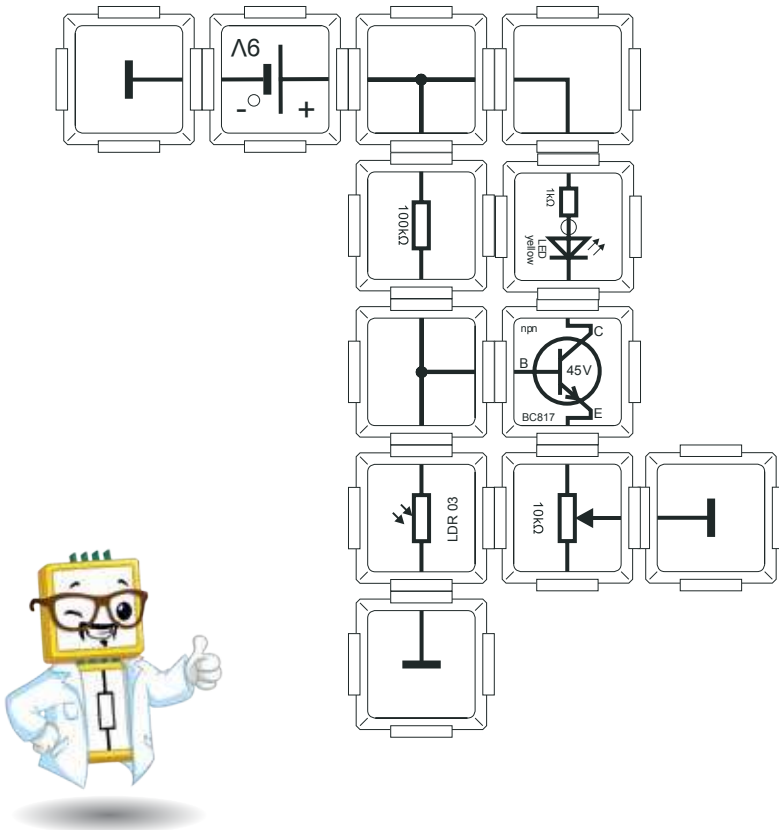
7.4 LDR und Transistor - Einstellbares Nachtlicht

Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 100kΩ-Widerstands-Baustein, Transistor-Baustein, LDR-Baustein, Potentiometer-Baustein, 3x Masse-Baustein, 2x T-Stück-Baustein, Eckbaustein**

Wie in dem vorangegangenen Experiment benutzen wir auch hier wieder einen Stromkreis mit allen drei Halbleiter-Bauelementen unseres Elektroniksets: der LED, dem Photowiderstand und dem Transistor. Wir haben jetzt unsere Schaltung um eine wesentliche Funktion erweitert. Wir können mit Hilfe des Potentiometers die Sensibilität unserer Nachtschaltung regulieren.

Es ist nun also möglich die Schwelle des Basisstromes so anzupassen, dass die gelbe Leuchtdiode ab dem Unterschreiten einer bestimmten Schwelle des Umgebungslichtes zu leuchten beginnt. Hierzu ist am Ausgang des Transistors, dem Emitter, unser Potentiometer geschaltet. Es beeinflusst den Basisstrom so, dass es dieselbe Funktion hat wie in der Schaltung 6.4, wenn der Drehknopf ganz nach links gestellt wird. Ist das Potentiometer dagegen auf den höchsten Widerstand eingestellt, also der Drehknopf ganz rechts am Anschlag, leuchtet die gelbe LED erst bei sehr großer Dunkelheit. Dann erst ist der Basisstrom groß genug, um den Arbeitsstromkreis zwischen Kollektor und Emitter zu schließen.

Der bestmögliche Zustand, das Optimum liegt dazwischen und kann untersucht werden.



7.5 Der Transistor in Kollektorschaltung

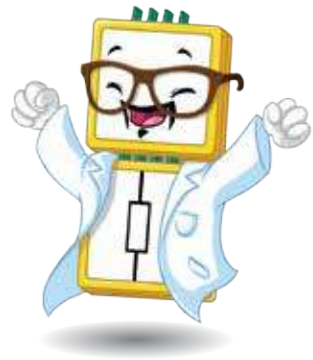
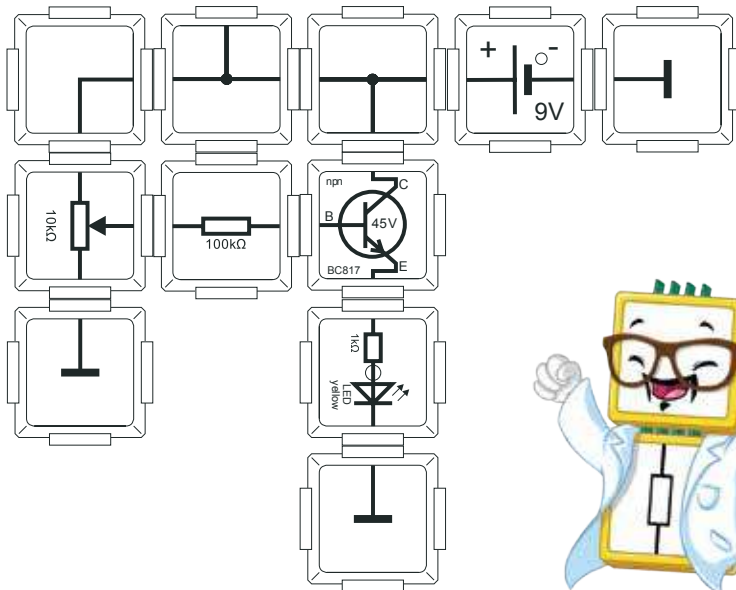
Versuchsaufbau: **Spannungsquelle-Baustein, LED-Baustein gelb, 100k Ω -Widerstands-Baustein, Transistor-Baustein, Potentiometer-Baustein, 3x Masse-Baustein, 2x T-Stück-Baustein, Eck-Baustein**

Der Transistor ist eines der am häufigsten verwendeten elektronischen Bauelemente. Wir hatten ihn zu Beginn unseres Handbuchs schon einmal vorgestellt. Er ist in den Steuerungseinheiten eines normalen Schreibtischcomputers milliardenfach verbaut. Das sind um ein Vielfaches mehr Transistoren als die Entfernung von der Sonne zur Erde in Kilometern gemessen. Der Transistor hat drei Grundschaltungen, genauso wie er drei Anschlüsse hat. Die am meisten verwendeten sind die Emittor- und die Kollektorschaltung. Die Basisschaltung ist für besondere Schaltkreise geeignet und wird hier nicht weiter erklärt.

Die Emitterschaltung haben wir bereits in den Versuchen 6.1 bis 6.5 kennengelernt. Hier ist der Emittor-Kontakt des Transistors ohne größere Widerstände an die Masse oder das zum Kollektor negativere Potential angeschlossen. Das gesteuerte Bauelement liegt über dem Kollektor-Kontakt. Jetzt bauen wir eine Kollektor-Schaltung auf.

Hier ist das gesteuerte Bauelement zwischen Emittor-Kontakt und negativem Potential geschaltet. In unserem Beispiel ist das unsere gelbe Leuchtdiode. Der sehr kleine Basisstrom wird wieder über unser Potentiometer und den 100 Ω -Widerstand realisiert, wobei der Potentiometer Baustein wieder als Spannungsteiler zum Einstellen der Schwelle für den Basis-Emittor-Durchgang benutzt wird.

Drehe man den Knopf von seinem rechten Anschlag langsam an seinen linken, beginnt die gelbe LED zu leuchten und wird mit zunehmendem Drehwinkel stärker leuchten. Diese Schaltung wird Kollektor-Schaltung genannt, weil der Kollektor-Kontakt direkt mit dem positiven Potential der Spannungsquelle verbunden ist.



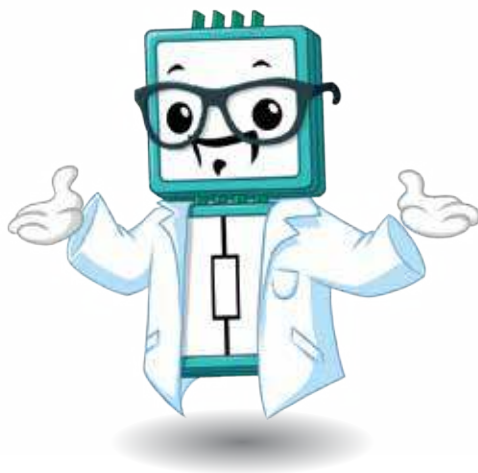
8. Nachwort



Wir hoffen Sie hatten viel Freude mit unserem Basic-Set der Elektronik. Wenn es Ihnen Spaß gemacht hat auf den Spuren der großen Wissenschaftler, mit Faraday, Ohm und Volta zu wandeln, dann werden Sie von unseren weiterführenden Elektronik-Sets sicher ebenso begeistert sein.

Diese erweitern Ihren Experimentierradius nochmals deutlich und faszinieren Sie durch komplexe Funktionen mit Flip-Flops oder Prozessoren wie beispielsweise Arduino, Raspberry PI und Banana PI. Unsere jungen Forscher erwartet ein anschaulicher Zugang zu HF-Systemen, ansprechende Designelemente mit LEDs und natürlich viel Potenzial die eigene Kreativität auszubauen.

Entwickelt von **DM7RDK** im Rahmen der Nachwuchsförderung und Ausbildung im Bereich Amateurfunk und Industrie. Rolf-Dieter Klein ist der Moderator der ehemaligen Computer Treff Sendung von BR-alpha sowie der Schöpfer des NDR-Klein-Computers aus den 90er Jahren.





ALLNET GmbH

Maistrasse 2

D-82110 Germering

Tel.: +49 89 894 222-22

Fax: +49 89 894 222-33

www.brickrknowledge.com

email: info@brickrknowledge.de



<https://www.facebook.com/BrickRknowledge>