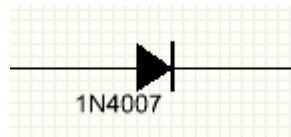


# Basiswissen für junge Elektroniker

## Dioden und Gleichrichter

Nachdem wir schon die Batterie, Widerstände und das Multimeter kennen gelernt haben, werden wir uns jetzt mit Bauelementen beschäftigen, die in der Elektronik häufig vorkommen.

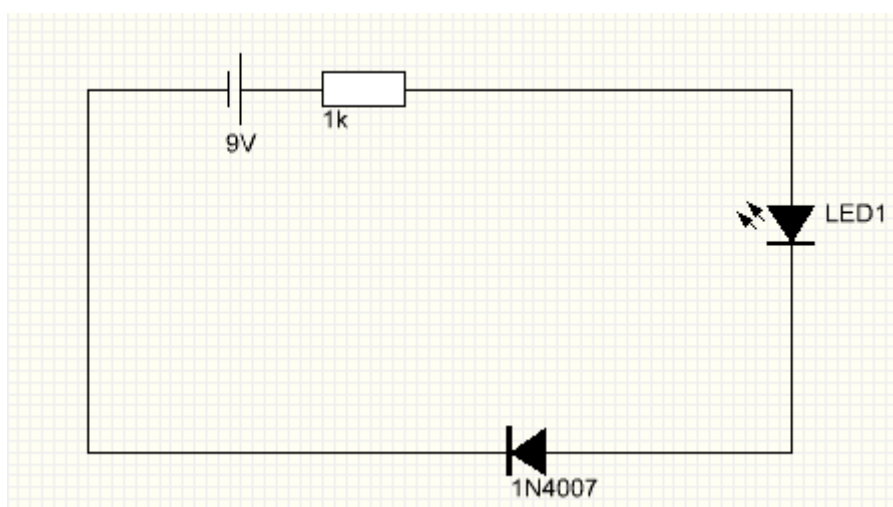
Die Diode ist ein Bauteil, das den elektrischen Strom nur in einer Richtung hindurchfließen lässt. In der anderen sperrt sie den Strom.



Wir erkennen schon am Schaltsymbol, dass der Strom nur in Richtung des Pfeils fließen kann. Nun sperrt aber der „Strich“ nicht immer. Ist die elektrische Spannung zu groß, dann bricht die Diode durch und wird dadurch meistens zerstört. Dioden sperren also nur bis zur zulässigen Betriebsspannung, ihrer sog. Sperrspannung. Bei unserer Diode mit der Bezeichnung 1N4007 dürfen wir bis zu 1000 V anlegen, bevor sie durchbricht. Da wir nur mit Batterien von 9V arbeiten, kann also nichts passieren.

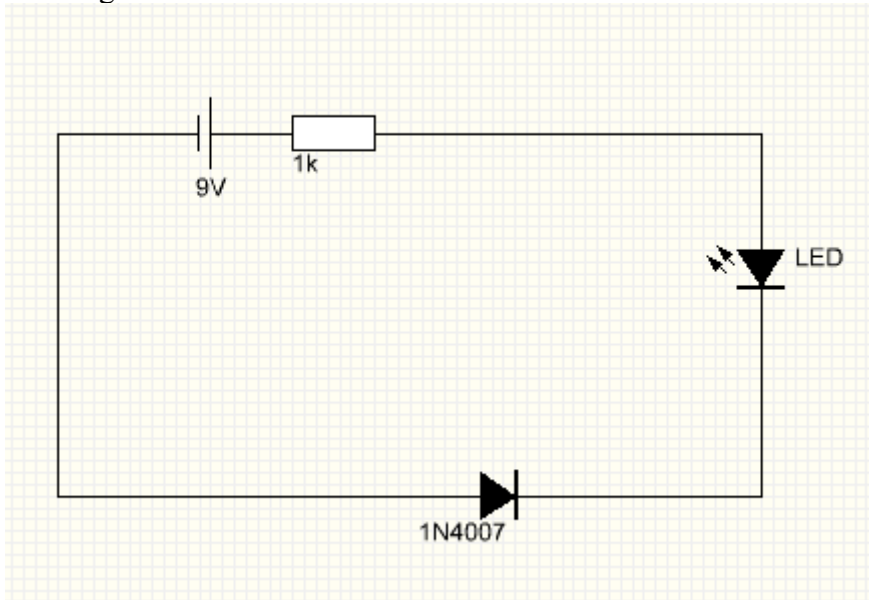
Auch durch einen zu großen Strom in der Flussrichtung kann eine Diode zerstört werden. Sie besteht ja aus Halbleitern. Die vertragen keine hohen Temperaturen. Die Flussspannung einer Siliziumdiode ist ungefähr 0,65V. Fließt nun ein Strom von 1A hindurch, so entsteht an der Diode eine Verlustleistung von  $0,65V * 1A = 0,65 W$ . Das sind 650mW. Und diese Leistung kann eine Diode schon deutlich spürbar erwärmen. Im Kristall ist die Temperatur dann ca. 170 °C, welche gerade noch zulässig ist. Bei 2A wäre die Diode bereits ohne Kühlung im Halbleiterhimmel.

### Experiment 1: Dioden-Schaltung

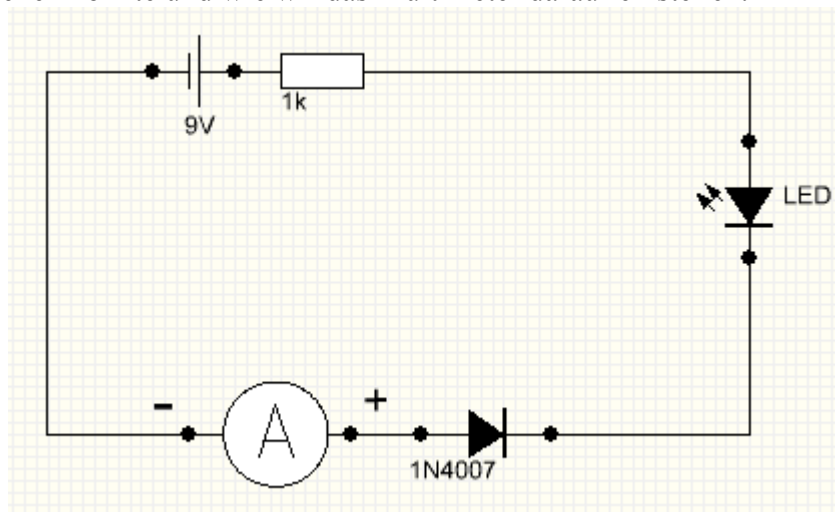


Wie ihr seht, habe ich hier eine einfache Schaltung mit einer Diode gewählt. Ihr sollt bitte prüfen, ob durch die Diode Strom fließt oder nicht. Dazu werden wir eine sog. Leucht-Diode = LED als Indikator verwenden. Die LED leuchtet, wenn Strom durch sie hindurch fließt. Sie bleibt dunkel, wenn kein Strom fließt oder wenn dieser zu gering ist. In diesem Experiment schalten wir zunächst die Diode in Flussrichtung. Nach Anschalten der Batterie sollte die LED rot leuchten.

Diode in Sperr-Richtung:



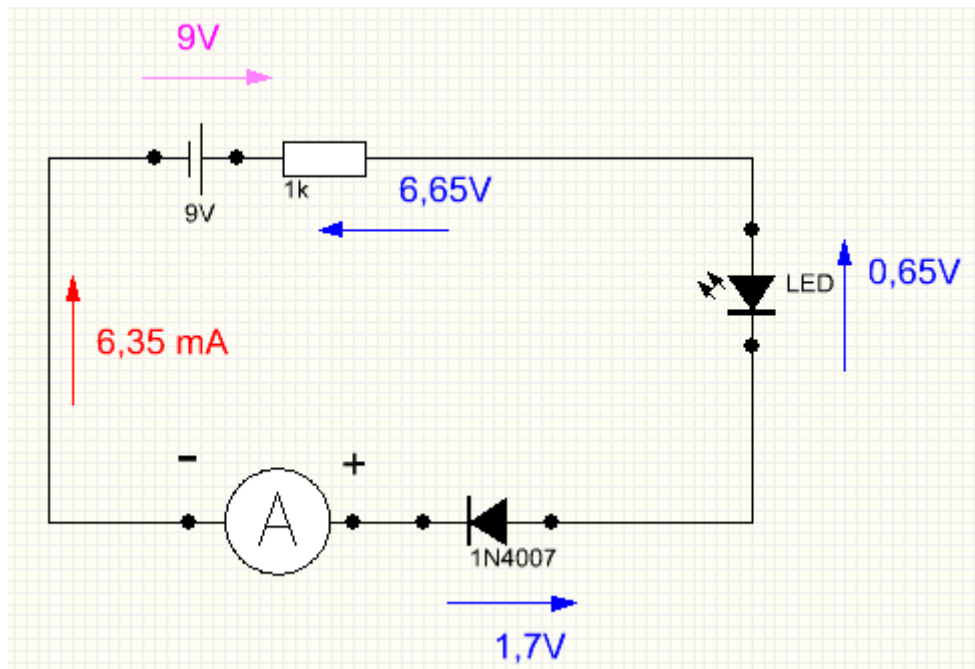
Wenn dieser erste Versuch gelingt, schalten wir die Diode mal in Sperrrichtung in den Stromkreis ein. Und nun wird die LED nicht leuchten. Es fließt offensichtlich kein Strom. Um das zu prüfen, legen wir jetzt noch das Multimeter in Reihe mit der Diode. Aber zuvor sollten wir abschätzen, wieviel Strom fließen könnte und wie wir das Multimeter darauf einstellen.



Also, bei einer Batteriespannung von 9V und einem Widerstand von 1k könnten in einem einfachen Stromkreis ohne Dioden nach dem Ohmschen Gesetz:  $I = U / R \rightarrow 9V / 1000 = 9 \text{ mA}$  fließen. Die LED würde bei einem Strom von ca. 2mA schon sichtbar leuchten. Bei 20mA wäre es ein sehr helles Leuchten und schon fast zu viel Strom. Auch LEDs sind Dioden, die man durch hohe Ströme zerstören kann! Nun aber mal genauer gerechnet.

Diode in Fluss-Richtung:

Im Stromkreis sind zwei Dioden. Die 1N4007 hat eine Flussspannung von 0,65V, die LED dagegen ca. 1,7V. Macht zusammen eine Summe der Flussspannungen von  $0,65V + 1,7V = 2,35V$ . Man sagt, diese Spannungen fallen an den Dioden ab. Da bleibt von der Batteriespannung also nur noch die treibende Kraft von  $9V - 2,35V = 6,65V$  übrig. Der Widerstand 1k wird allein mit dieser Spannung betrieben und es fließen daher nur  $6,65V / 1000 = 6,65 \text{ mA}$ ! Demnach weniger als zuvor geschätzt. Wir sollten unser Multimeter daher auf 20mA Messbereich einstellen, damit wir es nicht überlasten. Jetzt erst können wir die Batterie anschließen und messen. Die LED sollte leuchten und das Multimeter ungefähr 6 ... 7 mA anzeigen, wenn ihr alles richtig gemacht habt.



## Die Rolle des Widerstandes

Warum muss er in der Schaltung sein?

Nun, die LED verträgt nur einen begrenzten Strom. Würden wir sie direkt an die Batterie anschließen, dann wäre der Strom so groß, dass die LED augenblicklich zerstört werden würde. Also müssen wir den Strom auf ein Maß begrenzen, bei dem sie noch nicht Schaden nimmt. Sie verträgt maximal so um die 30mA. Bei einem Widerstand von 1000 Ohm = 1k würde der höchste Batterie - Strom

$$9V / 1000 = 9mA$$

sein. Dieser Strom ist groß genug, um die Diode sichtbar leuchten zu lassen. Würde man mehr Strom der Batterie entnehmen, z.B. durch einen geringeren Widerstand, dann wäre die Batterie schnell verbraucht. Bei geringerem Strom aber leuchtet die Diode so schwach, dass man das nur im Dunkeln wahrnehmen könnte. Damit unsere Batterie noch bei vielen Experimenten eine gute Stromquelle ist, wollen wir sie nicht unnötig belasten. Wir machen die Versuche möglichst in kurzer Zeit und merken uns die Resultate.

Der Widerstand, der den Strom durch die LED bestimmt, wird Vorwiderstand genannt.

***Bitte die LED niemals ohne den Vorwiderstand betreiben. Sie wäre sofort kaputt!***

Diese Warnung bedeutet aber zugleich, dass man vor der Inbetriebnahme einer Schaltung alles gründlich prüfen muss. Besonders schmerzlich ist es, wenn das Multimeter überlastet wird, also ein zu kleiner Messbereich gewählt wurde. Es kostet wesentlich mehr als alles andere zusammen. Geht deshalb besonders vorsichtig damit um, solange ihr noch keine routinierten Spezialisten seid!

## **Der Gleichrichter**

Eine einzelne Diode kann man als Gleichrichter einsetzen. Man spricht dann von einer Einweg-Gleichrichtung. Was ist das?

Nun, wenn man eine Wechselstromquelle hat, wie es z.B. ein Transformator sein kann, der die hohe Wechselspannung an der Steckdose auf ungefährliche Kleinspannungen um 12V umsetzt, dann kann man daraus eine Gleichspannung gewinnen. Man sperrt den Strom immer dann, wenn er die falsche Richtung hat. Das ist das Prinzip des Gleichrichtens von Wechselstrom.

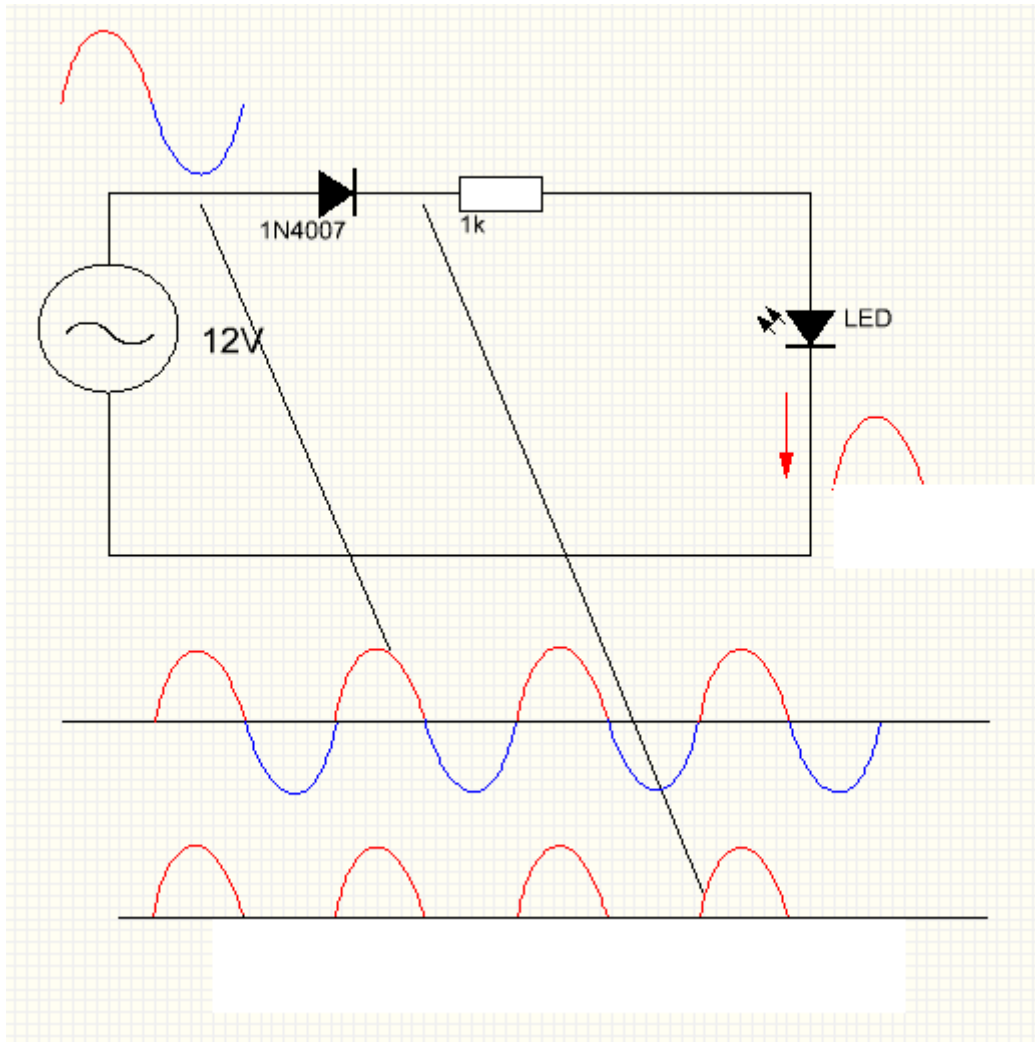
Im nächsten Bild seht ihr eine Schaltung mit einer Wechselstromquelle. Man kennzeichnet sie meistens mit einem Symbol, das einen sinusförmigen Verlauf des Stromes darstellen soll. Tatsächlich wechselt der Strom, der aus unserem Transformator kommt, fünfzig mal in der Sekunde seine Richtung. Wollen wir, dass er immer in einer bestimmten Richtung fließt, wie das bei der Batterie der Fall ist, dann müssen wir die andere Richtung mit einer Diode sperren.

Leider fließt ein solcher gleichgerichteter Strom auch nur die halbe Zeit. Das erkennt ihr im Bild daran, dass bei der falschen Richtung die Diode sperrt und keinen Strom fließen lässt. Die LED erhält also nicht ständig Strom und leuchtet vielleicht dunkler. Stimmt aber nicht, denn so schnell sind unsere Augen nicht, dass wir die Pausen bemerken. Alles, was sich schneller als 16 mal in der Sekunde ändert, nehmen wir als ein Bild wahr. Daher haben auch unsere Filme und das Fernsehen einen Bildwechsel von 16 bis 25 mal in der Sekunde. Aber ein gewisses Flimmern bleibt bei der LED im Wechselstrombetrieb, sodass geübte Augen den Unterschied zum Gleichstrombetrieb bemerken.

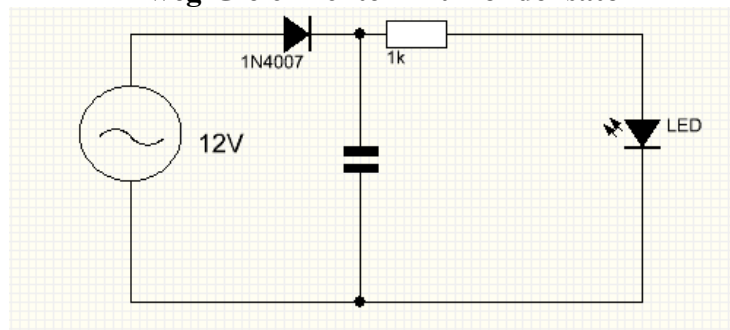
Man kann allerdings ein stärkeres Leuchten als im Gleichstrombetrieb erreichen, wenn man den Strom bis an die Grenze des zulässigen Wertes steigert. Die LED verträgt dann einen überhöhten Strom, weil sie sich in den Pausen von der Erwärmung erholen kann. Die Helligkeit ließe sich auf diese Weise legal steigern.

Es fließt nur dann Strom, wenn die Wechselspannung gerade positiv ist. Die sog. negativen Halbwellen des Wechselstromes werden gesperrt. Die LED ist dann dunkel. Wegen der Trägheit unseres Sehsinns nehmen wir das aber kaum wahr.

## Der Einweg-Gleichrichter



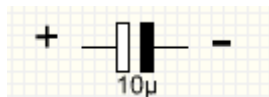
## Einweg-Gleichrichter mit Kondensator



## Der Kondensator

Der Wechselstrom ist nicht gleichmäßig. Er ändert seine Spannung über die Zeit nach einer Sinusfunktion. Was immer das ist, wir müssen für einen guten Gleichstrom dafür sorgen, dass keine Spannungsschwankungen vorhanden sind. Das machen wir mit dem Kondensator, den wir nach dem Gleichrichter in die Schaltung einfügen. Er ist in der Lage, immer dann Energie abzugeben, wenn der Strom zu niedrigeren Werten hin, also z.B. sich von Plus nach Minus ändert. In Zeiten aufsteigender Energie nimmt er aus dem Gleichrichter Strom auf und speichert diesen. Das führt dann dazu, dass im Zusammenspiel zwischen Gleichrichter und Kondensator ein scheinbar stetiger Gleichstrom aus der Quelle fließt. Bei guter Anpassung von Gleichrichterschaltung und Verbraucher ist kein Unterschied zu einem Batteriestrom zu erkennen. Allerdings wird sich der Strom aus der Steckdose über den Transformator und Gleichrichter nicht „verbrauchen“, wie das bei der Batterie der Fall ist. Auch ein Akkumulator muss immer wieder aufgeladen werden, wenn man ständig Strom entnehmen will.

## Der Elektrolyt-Kondensator



Bisher haben wir das allgemeine Symbol für einen Kondensator im Schaltbild dargestellt. Tatsächlich brauchen wir aber Kondensatoren, die eine sehr große Speicherkapazität haben. Man nennt sie Elektrolytkondensatoren, weil sie meistens eine elektrisch leitende Flüssigkeit oder Paste enthalten. Sie sorgt dafür, dass der sog. Plattenabstand der Kondensatorwickel atomar dünn ist. Mit sinkendem Abstand der Beläge nimmt die Kapazität zu. Die Speicherkapazität wird nach der Kapazität bemessen. Wir brauchen für Gleichrichterschaltungen Kapazitäten von einigen 100µF bis zu mehreren tausend Mikروفarad. Entscheidend für den richtigen Einsatz ist noch die Spannungsfestigkeit des Elektrolytkondensators (kurz „Elko“). Überschreitet die angelegte Spannung den zulässigen Höchstwert, dann kommt es zu nicht reparierbaren Schäden im Inneren des Bauteils. Der Kondensator ist durchgeschlagen und nicht mehr brauchbar. Daher sind Kapazität und Betriebsspannungsgrenzen wichtige Kennwerte. Je mehr und je höher, desto teurer sind diese Bauelemente. Beim Elko ist die Polarität zu beachten. Schließt man ihn falsch herum an, wird er ebenfalls zerstört!

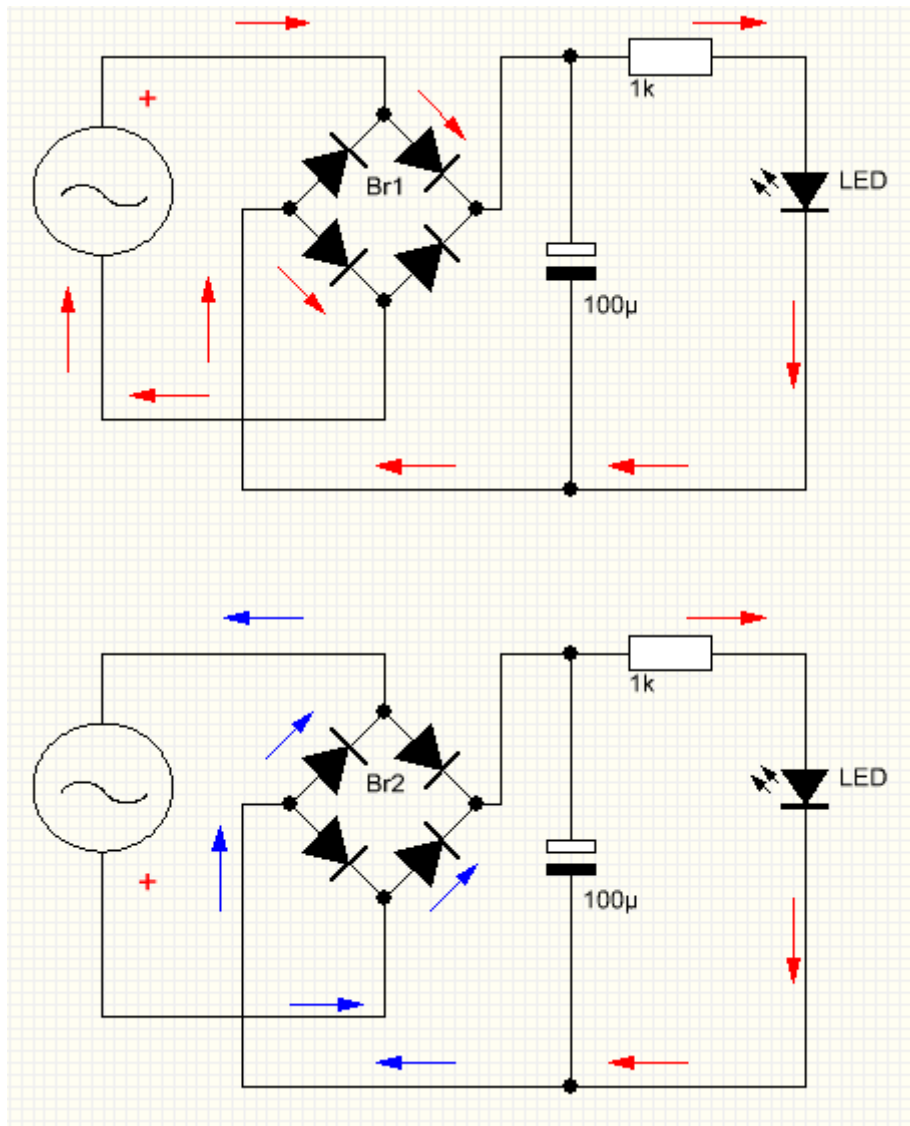
## Vollweg-Gleichrichter mit Kondensator

Und nachfolgend die Schaltung des Vollweg-Gleichrichters. Zunächst ist der obere Anschluss der Wechselstromquelle gerade positiv. Im unteren Bild ist er gerade negativ und der untere Anschluss positiv. Im Gleichrichter fließen die Ströme durch ein Dioden-Paar, während die anderen zwei gesperrt sind. Aber im äußeren Gleichstromkreis, also durch den Verbraucher(LED), fließt der Strom immer in derselben Richtung. Beide Halbwellen des Wechselstroms tragen zur Bildung des Gleichstroms bei.

Wollen wir zusätzlich die negativen Halbwellen des Wechselstromes für unsere LED nutzen, dann müssen wir einen sog. Vollweg-Gleichrichter einsetzen. In dieser Schaltung kommen die beiden Halbwellen so zum Zuge, dass sie sich abwechselnd an einer Stromrichtung beteiligen. Aber dabei

für den Verbraucher, der hier unsere LED ist, immer einen stetigen Gleichstrom vortäuschen. Die Schaltung ist besonders trickreich und wird gelegentlich nach seinem Erfinder auch Graetzgleichrichter genannt. Und nach so vielen Worten nun die vollständige Schaltung:

### Der Vollweg-Gleichrichter



Der Vollweg-Gleichrichter hat in der gesamten Elektronik eine große Bedeutung. Macht er es doch erst möglich, die vielen Schaltungen, für die man sonst eine Batterie brauchen würde, am allgemeinen Versorgungsnetz zu betreiben. Computer, Fernseher und Radios würden sonst nicht richtig funktionieren. Und eine Gleichstromversorgung wäre heute viel zu teuer. Zu Beginn der Elektrifizierung hatte man diese. Schon bald zeigten sich andere Nachteile und man stellte das Netz schnell wieder auf die Wechselstromtechnik um.