

## 18. Versuche mit einem Drehstromgenerator

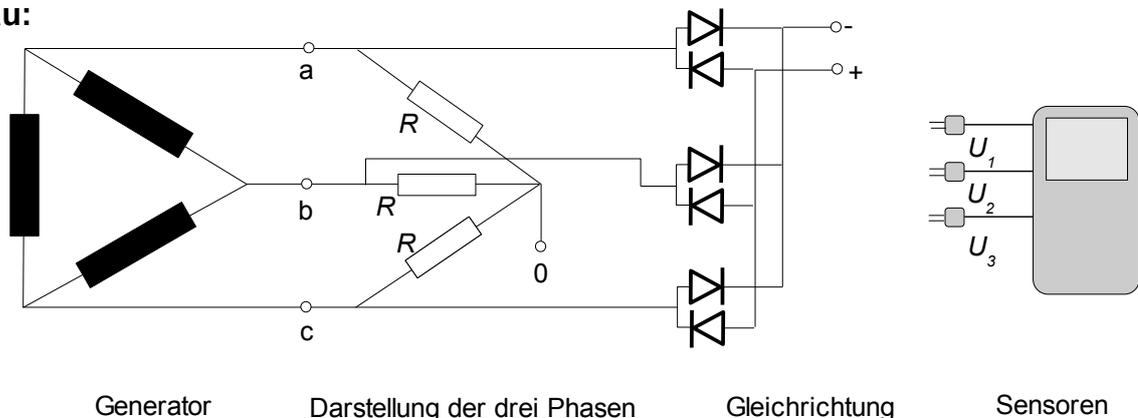
Ein einfacher Drehstromgenerator mit drei um  $120^\circ$  gegeneinander versetzten Induktionsspulen und einem in der Mitte umlaufenden Stabmagneten ist sicher Bestandteil jeder Physiksammlung oder lässt sich aus entsprechenden Teilen zusammenbauen.

Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung eines Kinderspielzeuges eines großen schwedischen Möbelhauses: eine Kurbel-Taschenlampe. Als Generator dient hier ein über ein Getriebe angetriebener Außenläufer-Dynamo, aus dem drei Anschlüsse kommen. Sie sind alle elektrisch miteinander verbunden und zeigen untereinander denselben Gleichstrom-Widerstand, müssen also in Form eines Dreiecks miteinander verschaltet sein. Mit dem Generator wird über einen Widerstand ein Kondensator (1 F, 5,5 V) geladen, der über einen weiteren Widerstand den Strom für die drei weißen LEDs der Taschenlampe liefert.

Mit den Versuchen wird gezeigt, wie die vom Generator vor und nach der Gleichrichtung erzeugte Spannung aussieht. Dazu muss die Taschenlampe demontiert werden. Sie enthält drei Baugruppen:

1. das Getriebe mit dem Generator
2. eine kleine Platine mit den Gleichrichterdioden, Widerständen und dem Kondensator
3. einen Schalter sowie die LEDs.

### Aufbau:



1. Die Taschenlampe wird demontiert.
2. Für die Versuche werden nur der Generator und die Platine benötigt. Der Kondensator wird von der Platine entfernt und durch zwei Anschlusskabel ersetzt (Punkte + und -). Zusätzlich werden noch wie oben dargestellt drei gleiche Widerstände (z. B.  $120\ \Omega$ ) dort an die Platine gelötet (Punkte a, b und c), wo die Kabel aus dem Generator ankommen. Sie werden im Punkt 0 miteinander verbunden.
3. Es hat sich bewährt, den Generator auf einem kleinen Brett festzuschrauben, das man am Tisch mit einer Klemme befestigen kann, weil so die Kurbel besser betätigt werden kann.
4. drei einfache Spannungssensoren (Eingänge 1 bis 3)
5. ein potenzialfreier Spannungssensor
6. ein Brückengleichrichter

## Einstellungen für alle Versuche:

Messrate: 10000 Messungen pro Sekunde  
 Messdauer: 0,01 s

### a. Verlauf der Induktionsspannung bei einer einzelnen Induktivität

#### Durchführung:

Ein Spannungssensor wird mit zwei beliebigen Anschlüssen des Generators (z. B. a und b in der Aufbauskitze) verbunden.

Die Kurbel wird zügig gedreht.

Die Messung wird gestartet und so lange wiederholt, bis sich eine Darstellung wie in Bild 18.1 ergibt.

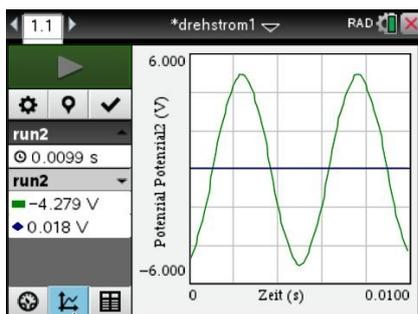


Bild 18.1

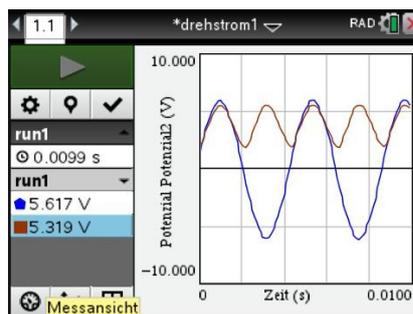


Bild 18.2

#### Auswertung:

1. Gut zu erkennen ist der sinusförmige Verlauf der Induktionsspannung (Bild 18.1).
2. *Optional:* Verbindet man die Anschlüsse a und b mit einem Brückengleichrichter, und lässt man die Gleichspannung mit einem potenzialfreien Spannungssensor zusätzlich darstellen, so erhält man Bild 18.2. Gut zu erkennen ist die Frequenzverdopplung der pulsierenden Gleichspannung.<sup>5</sup>

### b. Darstellung der Phasen des Drehstromes

#### Durchführung:

Für die drei Anschlüsse a, b und c des Generators werden drei Spannungssensoren

<sup>5</sup>Man kann bei der Darstellung der Messwerte die Achsenbezeichnungen anklicken und über *mehr* auswählen, welche Datensätze zugleich dargestellt werden sollen.

benötigt (rotes Kabel). Sie werden mit ihrem schwarzen Kabel alle gemeinsam an 0 angeschlossen. Die Anordnung erzeugt einen Nullleiter, der das Bezugspotenzial herstellt. Es ist dabei unwichtig, in welcher Reihenfolge die Anschlüsse mit den Widerständen verbunden werden, da später alle drei Phasen gleichzeitig dargestellt werden sollen.

Die Kurbel wird möglichst gleichmäßig zügig gedreht.

Die Messung wird gestartet und so lange wiederholt, bis sich eine Darstellung wie in Bild 18.3 ergibt.

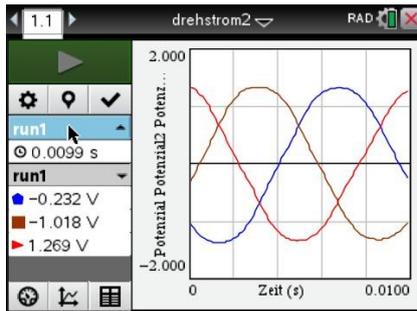


Bild 18.3

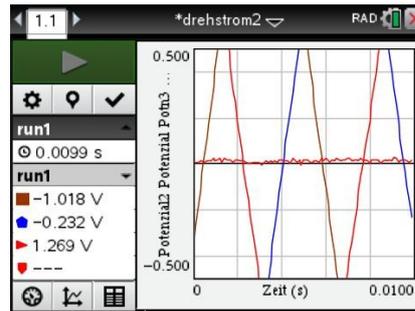


Bild 18.4

### Auswertung:

1. Die drei Phasen und die gleichmäßige Phasenverschiebung von  $120^\circ$  sind gut zu erkennen (Bild 18.3).
2. Addiert man die drei Phasen des Drehstromes, so erhält man als Ergebnis 0 V:

$$\sin(x) + \sin\left(x + \frac{2}{3}\pi\right) + \sin\left(x + \frac{4}{3}\pi\right) = 0$$

In Bild 18.4 ist diese Addition unter Verwendung der Messwerte zusätzlich zu den Phasen dargestellt. Dazu wurde in der Tabellenansicht eine neue Spalte angelegt, in der die Messwerte dann summiert wurden. Die Abweichung von Null ist nur gering; deshalb wurde zur besseren Sichtbarmachung der Maßstab verändert.

### c. Erzeugung der Gleichspannung

#### Durchführung:

Ein Spannungssensor wird mit den Anschlüssen + und - verbunden.

*Optional* kann man noch eine Phase des Drehstromes (z. B. a gegen 0) mit einem potenzialfreien Spannungssensor darstellen.

Die Kurbel wird möglichst gleichmäßig und zügig gedreht.

Die Messung wird gestartet und so lange wiederholt, bis sich eine Darstellung wie in Bild 18.5 ergibt.

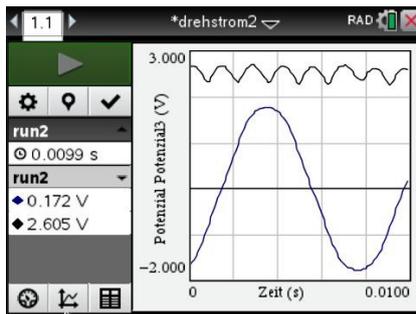


Bild 18.5

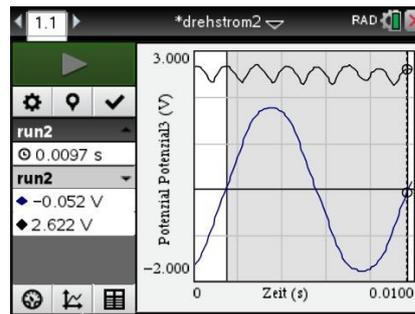


Bild 18.6

### Auswertung:

1. Die bekannte Brücken-Gleichrichterschaltung für zwei Leiter ist in der Taschenlampe folgerichtig ergänzt worden. Auch hier erhält man also eine pulsierende Gleichspannung.
2. Vergleicht man die Gleichspannung mit einer Phase des Drehstromes (Bild 18.6), so ist gut zu erkennen, dass offenbar jede im Generator erzeugte Phase zur Gleichspannung beiträgt und sich somit die Frequenz der pulsierenden Gleichspannung im Vergleich zu einer einzelnen Phase versechsfacht.