Die Lichtintensität einer Glühlampe

Arbeitsblatt

Viele elektrische Geräte in unserem Alltag werden mit Wechselspannung betrieben. Diese elektrische Spannung ändert periodisch ihre Richtung und hat in Europa eine Frequenz von 50 Hz. Dadurch schwankt die angelegte Spannung ständig zwischen positiven und negativen Werten. Auch eine Glühlampe wird mit dieser Wechselspannung betrieben. Dabei wird der feine Draht im Inneren der Lampe erhitzt und beginnt zu leuchten. Wie sich dabei die elektrische Spannung und die Lichtintensität im zeitlichen Verlauf verhalten, ist jedoch nicht unmittelbar sichtbar. In diesem Versuch sollen daher sowohl die elektrische Spannung als auch die Lichtintensität über die Zeit gemessen und miteinander verglichen werden. Auf diese Weise wird sichtbar, wie sich beide Größen im Verlauf einer Wechselspannung verändern.

Problemfrage:

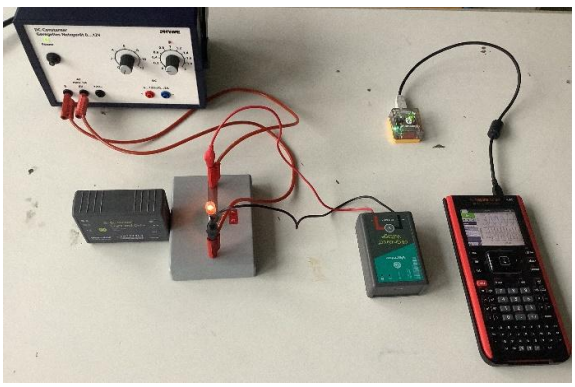
Wie verändern sich Spannung und Lichtintensität einer Glühlampe im Verlauf der Wechselspannung, und welcher Zusammenhang zeigt sich beim Vergleich beider Messgrößen?

Aufgabenstellungen

a) Bauen Sie den Versuch entsprechend der unteren Abbildung auf. Schließen Sie den Go Direct® Spannungssensor (GDX-VOLT) direkt an die Glühlampe an und positionieren Sie den Go Direct® Lichtsensor (GDX-LC) in einem Abstand von ungefähr 2 cm vor die Glühlampe. Stellen Sie die Messwerterfassung entsprechend ein und starten Sie die Messung.

b) Beschreiben Sie anhand des *Zeit-Spannungs-Diagramms* und des *Zeit-Lichtintensitäts-Diagramms* das Verhalten der elektrischen Spannung und der Lichtintensität gegenüber der Zeit.

c) Tragen Sie in einem dritten Diagramm die gemessene Spannung gegen die Lichtintensität auf und beschreiben Sie das Diagramm mithilfe des bereitgestellten Zusatzmaterials.



© T3 Deutschland 2026

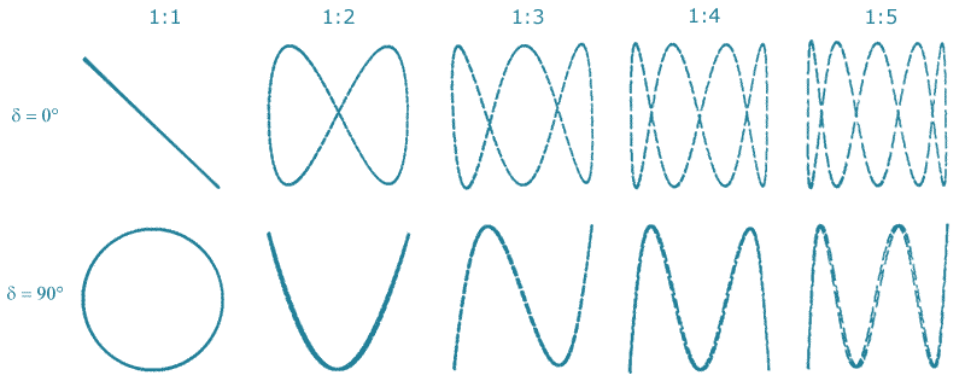
Die Lichtintensität einer Glühlampe

(Zusatzmaterial)

Lissajous-Figuren sind nach dem französischen Physiker *Jules Antoine Lissajous* (1822 bis 1880) benannt. *Helmholtz* nutzte das Prinzip 1860 in seinem Vibrationsmikroskop. Heute werden Lissajous-Figuren meist nur zu ästhetischen Zwecken verwendet. Lissajous-Figuren entstehen durch die Überlagerung zweier harmonischer Schwingungen, die senkrecht zueinander wirken. Eine harmonische Schwingung ist eine periodische Bewegung, bei der die rücktreibende Kraft proportional zur Auslenkung ist. Werden zwei solcher Schwingungen auf einen Punkt in der Ebene angewendet, eine in x-Richtung und eine in y-Richtung, beschreibt dieser Punkt eine charakteristische Bahnkurve, die als Lissajous-Figur bezeichnet wird. Mathematisch lassen sich die beiden Schwingungen durch Sinusfunktionen beschreiben:

$$x(t) = A_x \sin(\omega_x t + \varphi_x)$$
$$y(t) = A_y \sin(\omega_y t + \varphi_y)$$

Hierbei sind $A_x$und A_y die Amplituden, also die größten Auslenkungen der Schwingungen, $\omega_x$und ω_y die Kreisfrequenzen und φ_x, φ_y die Anfangsphasen. Das Verhältnis der beiden Frequenzen und die Phasenverschiebung $\delta = \varphi_y - \varphi_x$ bestimmen die Form der entstehenden Figur.



Im vorliegenden Versuch wird dieses Prinzip genutzt, um den Zusammenhang zwischen der elektrischen Spannung und der Lichtintensität einer Glühlampe bei Wechselspannung zu untersuchen. Dazu werden die Spannung an der Glühlampe und die von ihr abgegebene Lichtintensität gleichzeitig gemessen. Die Messungen erfolgen mit einem Go Direct® Spannungssensor und einem Go Direct® Lichtsensor, die über einen TI-Bluetooth-Adapter mit einem TI-Nspire™ CX II-T CAS Taschenrechner verbunden sind. Auf diese Weise können beide Messgrößen zeitgleich erfasst und im XY-Modus gegeneinander aufgetragen werden. Anstelle eines klassischen Oszilloskops dient der Taschenrechner als digitales Auswertesystem. So lässt sich aus den Messdaten eine graphische Darstellung erzeugen – eine moderne Form der Lissajous-Figur, die den phasentechnischen Zusammenhang zwischen Spannung und Licht sichtbar macht.

© T3 Deutschland 2026

Die Lichtintensität einer Glühlampe

(Informationen für die Lehrkraft)

In diesem Versuch wird eine Glühlampe (zum Beispiel eine 12-Volt-Glühlampe) mit einer Wechselspannung von 6 V betrieben. Die elektrische Spannung verläuft dabei periodisch mit 50 Hz. Durch den fließenden elektrischen Strom wird der Glühfaden erhitzt und beginnt zu leuchten. Da die Lichtabgabe auf der Temperatur des Glühfadens beruht und dieser nicht zwischen positiver und negativer Halbwelle unterscheidet, entsteht eine Lichtintensität, die zwei Maxima pro Spannungsperiode besitzt. Die Lichtintensität ändert sich daher mit 100 Hz, während die elektrische Spannung weiterhin mit 50 Hz schwingt. Gleichzeitig werden sowohl die elektrische Spannung als auch die Lichtintensität zeitabhängig gemessen, um deren Verlauf experimentell zu vergleichen.

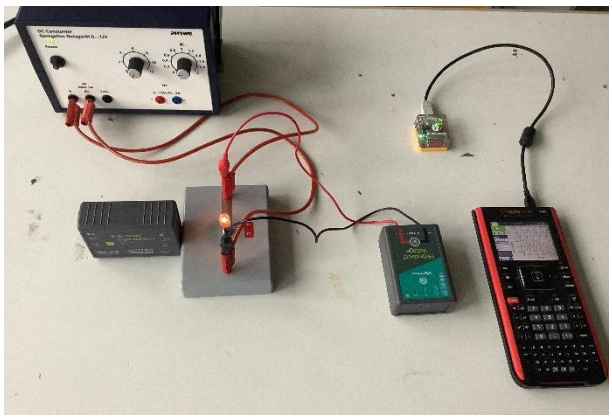


Abb. 1: Versuchsaufbau zur Messung der Lichtintensität und der Spannung einer Glühlampe

Materialien

Netzgerät, Glühlampe (zum Beispiel 12 V), Experimentierkabel, Go Direct® Spannungssensor (GDX-VOLT), Go Direct® Lichtsensor (GDX-LC), TI-Bluetooth® Adapter, TI-Nspire™ CX II-T CAS Taschenrechner (zur digitalen Messwerterfassung).

Durchführung der Messung

Eine Glühlampe, zum Beispiel mit 12 V, wird an ein Netzgerät (bei 6 V Wechselspannung) angeschlossen. Der Go Direct Lichtsensor wird auf die Lampe ausgerichtet und in einem Abstand von etwa 2 cm aufgestellt, während der Go Direct Spannungssensor direkt an der Lampe angeschlossen wird. Eine Raumverdunklung ist dabei nicht erforderlich. Vor Beginn der Messung sind die Messparameter einzustellen: Es soll über eine Messzeit von 0,1 Sekunden gemessen werden, wobei 2000 Stichproben pro Sekunde aufgenommen werden. Anschließend kann die Messung gestartet werden.

Messparameter

- Messrate: 2000 Messungen pro Sekunde
- Messdauer: 0,1 Sekunde

© T3 Deutschland 2026

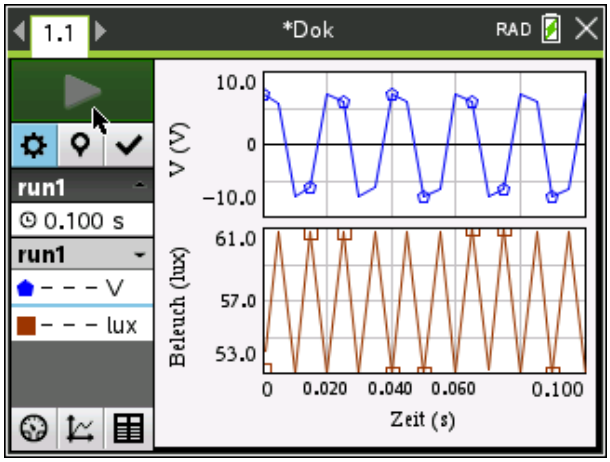


Abb. 2: Messung des zeitlichen Verlaufs der Spannung und der Lichtintensität

In Abbildung 2 ist deutlich zu erkennen, dass die Heizspannung und die Lichtintensität aufgrund der thermischen Trägheit des Glühfadens beim Aufheizen und Abkühlen phasenverschoben sind. Um die Diagramme besser analysieren zu können, kann über die Menüauswahl jedes Diagramm einzeln angezeigt werden, wie in Abb. 3 (Zeit-Spannungs-Diagramm) und Abb. 4 (Zeit-Lichtintensitäts-Diagramm) dargestellt.

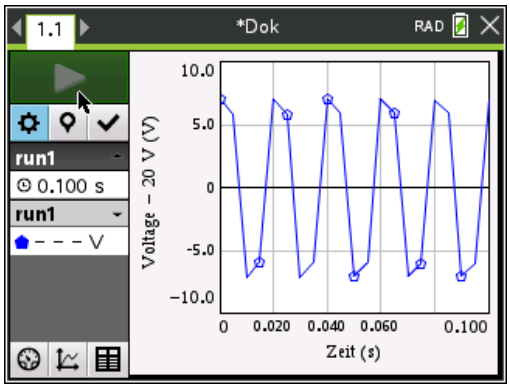


Abb. 3: Zeit-Spannungs-Diagramm

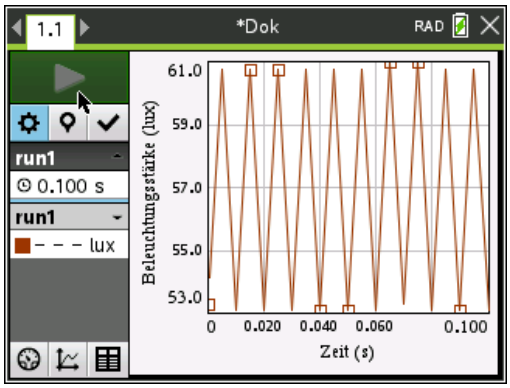


Abb. 4: Zeit-Lichtintensitäts-Diagramm

Während die Wechselspannung um 0 V schwankt, ändert sich die Lichtintensität nur geringfügig, da sich der Glühfaden vor dem erneuten Anstieg der Spannung nur wenig abkühlt. Die Frequenz der Lichtintensität ist dabei doppelt so hoch wie die der elektrischen Spannung, da die Lampe sowohl bei positivem als auch bei negativem Spannungsanstieg stärker leuchtet.

Über die Auswahl der auf den Achsen dargestellten Messgrößen kann die Lichtintensität gegen die elektrische Spannung oder umgekehrt aufgetragen werden. Es entstehen dabei erwartungsgemäß Lissajous-Figuren für zwei sinusförmige Signale mit einem Frequenzverhältnis von 1:2. Die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Lichtintensität beträgt annähernd π/2 (siehe Abb. 5 und 6).

© T3 Deutschland 2026

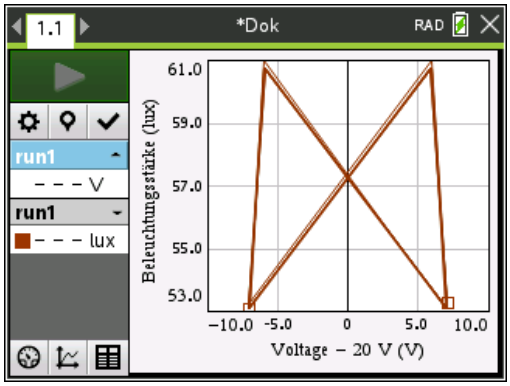


Abb. 5: Spannungs-Lichtintensitäts-Diagramm

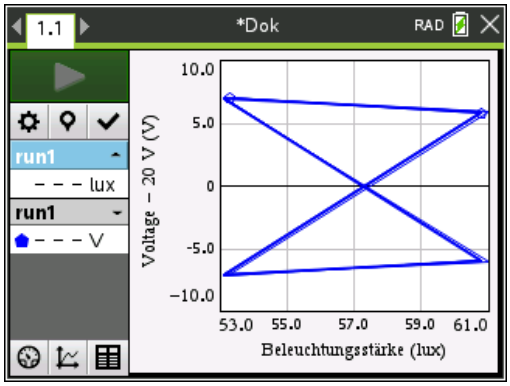


Abb. 6: Lichtintensitäts-Spannungs-Diagramm

Fazit

In dem vorliegenden Versuch wurde das Prinzip der Lissajous-Figur genutzt, um den Zusammenhang zwischen der elektrischen Spannung und der Beleuchtungsstärke einer Glühlampe bei Wechselspannung zu untersuchen. Dabei wurde die elektrische Spannung an der Glühlampe und gleichzeitig die von ihr abgegebene Lichtintensität gemessen. Die Messungen erfolgten mit einem Go Direct® Spannungssensor und einem Go Direct® Lichtsensor, die über einen TI-Bluetooth®-Adapter mit einem TI-Nspire™ CX II-T CAS Taschenrechner verbunden waren. Auf diese Weise konnten beide Messgrößen zeitgleich erfasst und im XY-Modus gegeneinander aufgetragen werden. Anstelle eines klassischen Oszilloskops diente hier also der Taschenrechner als digitales Auswertesystem. Die elektrische Spannung wurde der x-Achse, die Beleuchtungsstärke der y-Achse zugeordnet. Der Taschenrechner erstellte daraus eine graphische Darstellung – eine moderne Form der Lissajous-Figur.

Autor:
Benedikt Bannenberg

Info:
Benedikt Bannenberg unterrichtet *Biologie, Chemie* und *Physik am Franz-Stock-Gymnasium* in Arnsberg.

© T3 Deutschland 2026