

Laserabhöranlage

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs- niveau	Durchführungs- niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
SI, SII	Optik Elektronik Schwingungen	Reflexion Photoelektrik	●●	■ ■ !	Tage ca. 30 min. ca. 10 min.

Die Funktionsweise einer Laserabhöranlage^{1,2} soll modellmäßig demonstriert werden.

Materialien

- Halbleiterlaser [2002996](#)
(Elektronik-Versandhandel)
- Photodiode BPW 34
- Alu-Haushaltsfolie
- 2 Kartonplättchen ca. 14 cm x 14 cm
- Niederfrequenzverstärker (Nf) [1001186](#) oder [1001065](#)
z.B. [2003303](#)
- Lautsprecher oder Kopfhörer
- Radio
optional Sinusgenerator mit Leistungsausgang und Lautsprecher [1001186](#) oder [1001187](#)
[2003303](#)
- Batterie 9 V [2004193](#)
- Widerstand 2 M Ω (f. CL01186) (Elektronik-Versandhandel)
- Widerstand 10 k Ω (f. CL01065)
- Steckbrett für elektronische Schaltung [2004226](#) oder [2004227](#)
- Digital-Multimeter [2001266](#)
- Oszilloskop (2-Kanal) C [2001215](#)
- Stativ- und Klemmaterial
- Universalsteckplatte für Kabelverteilungen C [1008102](#)
- Experimentierkabel

Vorbereitung

Zunächst stellt man das "Fenster" her. Dazu schneidet man in die beiden Kartonplättchen zwei ca. 6 cm x 6 cm große Fenster. Zwischen beide Fensterrahmen legt man die Folie (ca. 9 cm x 9 cm) und fixiert den Rahmen an drei Seiten mit Klebeband. Eine Seite bleibt offen, so dass ein Wechsel der Folie möglich ist. Karton und Arbeitsplatz sollten unbedingt staubfrei sein, da Staub an der Plastikfolie sehr stark haftet und zu ungewollter Lichtstreuung führt. Auch ist darauf zu achten, dass die Folie selbst nicht verklebt wird bzw. nur leicht gespannt ist.

¹ E. Seus: Über einen neueren Versuch mit Laserstrahlen, Praxis der Naturwissenschaften - Physik 18/1969, S. 92.

² R. Götz, H. Dahncke, F. Langensiepen (Hrsg.): Handbuch des Physikunterrichts SI, Band 4/II: Optik, Aulis Verlag Deubner, Köln 1995.

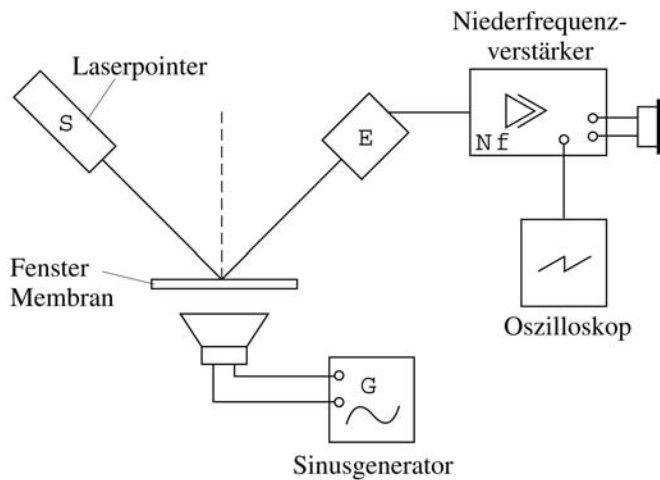


Abb. 1a: Aufbauskitze

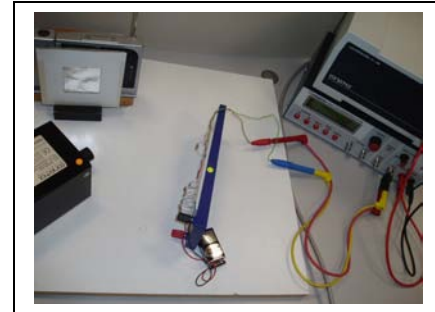


Abb. 1b: Gesamtaufbau

Aufbau/Durchführung

Der mit dem Sinusgenerator verbundene Lautsprecher bzw. der Radio-Lautsprecher und das Fenster werden im geringen Abstand von ca. 1 cm direkt hintereinander aufgestellt. (Abb. 1b).

Der Lichtempfänger E wird entsprechend der Schaltskizze (Abb. 2) aufgebaut und an den Niederfrequenz-Verstärkereingang (Nf) angeschlossen.

Der Halbleiterlaser (ersatzweise: Laserpointer) wird nun so justiert, dass das Lichtbündel ungefähr unter dem Winkel von 45° auf die Folie trifft.

Sicherheitshinweis: Strahlengang des Laserpointers sollte zur Vermeidung von Augenverletzungen unbedingt eingegrenzt werden – auch auf Reflexionen achten.

Das von der Folie reflektierte Licht sollte möglichst senkrecht auf die lichtempfindliche Schicht des Phototransistors fallen. Die Ausleuchtung des Phototransistors kann mit einem Digitalmultimeter überprüft werden; gute Ausleuchtung bedingt einen hohen Spannungswert am Widerstand. Der Signalverlauf des reflektierten Lichtes kann auch bei Lautsprecherbetrieb mit einem Oszilloskop am Ausgang des Nf-Verstärkers aufgezeichnet werden. Leichte Verschiebung des Laserpointers bzw. des Empfängers bringt oft entscheidende Verbesserung der Signalübertragung – wegen der durch die Membranbewegung auftretenden Strahlverschiebung sollte der Detektor im Anfangszustand zu ca. 50% ausgeleuchtet sein.

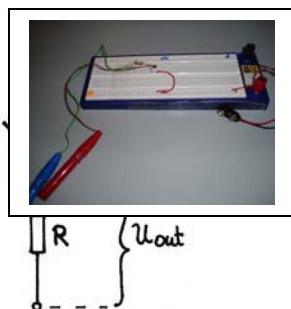


Abb. 2a: Schaltskizze von Empfänger

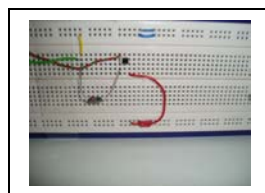


Abb. 2b: Aufbau mit Elektronik-Board

Um den Signalverlauf des reflektierten Lichtes akustisch zu verfolgen, ist es empfehlenswert, einen Kopfhörer am Ausgang anzuschließen; der Originalton lässt sich dadurch besser ausblenden. Bei Benutzung eines anderen Verstärkertyps, muss der Widerstandswert evtl. angepasst werden.

Erklärung

Eine sich im Raum ausbreitende Schallwelle versetzt aufgrund der Druckschwankungen die Wände und auch Fenster in Schwingung. Bei der Laserabhöranlage werden nun die Bewegungen der Fensterscheibe um ihre Ruhelage optisch "abgetastet". Durch die Auswertung der Schwingung der Fensterscheibe lassen sich so Rückschlüsse auf die Erregerschwingung ziehen.

Im Modellversuch bewegt sich der Laserpunkt infolge der schwingenden Plastikfolie auf und ab. Entsprechend ändert sich mit der Bewegung der Anteil der auf die lichtempfindliche Fläche des Phototransistors reflektierten Lichtintensität. Das Schallsignal wird damit wie bei der realen Abhöranlage zuerst in ein intensitätsmoduliertes Lichtsignal umgewandelt. Im Photodetektor erfolgt dann in einem zweiten Schritt die Umwandlung des Lichtsignals in ein analoges elektrisches Signal, das leicht elektronisch verstärkt, gefiltert und weiterverarbeitet werden kann.

Hinweis: Fremdlicht ist störend. Fällt z.B. Licht aus Neonröhren oder Glühlampen auf den empfindlichen Detektor, kann man bei Betrieb das typische 50 Hz (100 Hz) – Rauschen infolge ihres Betriebes mit Wechselspannung hören. Hier hilft eine kleine Abdeckung über dem Empfänger oder noch einfacher – Licht erst gar nicht anschalten. Auch zu starker Tageslichteinfall kann zur Übersteuerung führen. In diesem Fall ist die Abdunklung des Raumes die einfachste Lösung. Notfalls kann man auch den Wert des Widerstandes im Empfängerkreis verringern.