

SCHOOL-SCOUT.DE

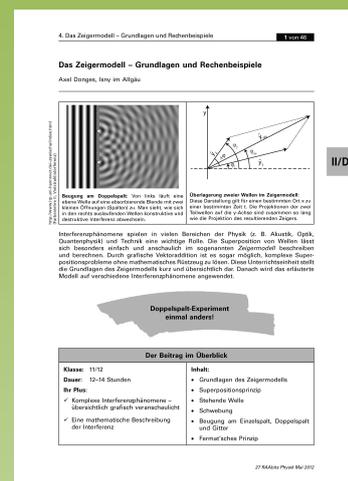
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Das Zeigermodell - Grundlagen und Rechenbeispiele

Das komplette Material finden Sie hier:

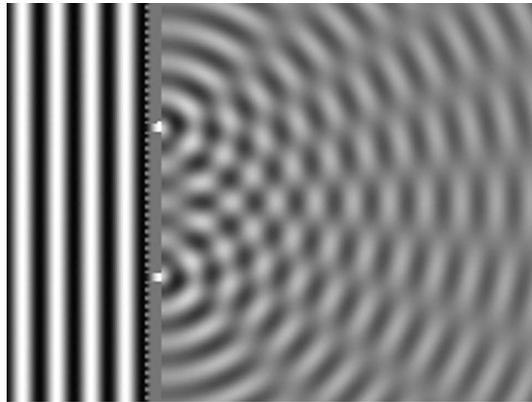
School-Scout.de



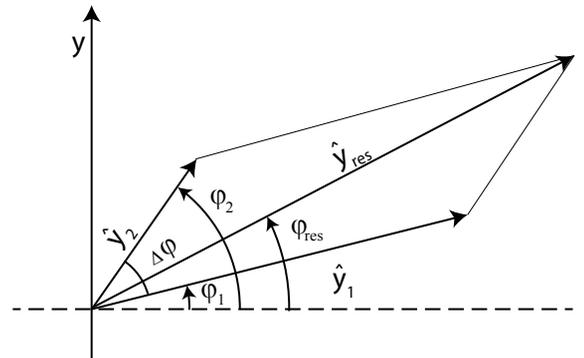
Das Zeigermodell – Grundlagen und Rechenbeispiele

Axel Donges, Isny im Allgäu

<http://www.itp.uni-hannover.de/~zawischa/index.html>
(Farbenlehre II, Vielstrahlinterferenz)



Beugung am Doppelspalt: Von links läuft eine ebene Welle auf eine absorbierende Blende mit zwei kleinen Öffnungen (Spalten) zu. Man sieht, wie sich in den rechts auslaufenden Wellen konstruktive und destruktive Interferenz abwechseln.



Überlagerung zweier Wellen im Zeigermodell: Diese Darstellung gilt für einen bestimmten Ort x zu einer bestimmten Zeit t . Die Projektionen der zwei Teilwellen auf die y -Achse sind zusammen so lang wie die Projektion des resultierenden Zeigers.

Interferenzphänomene spielen in vielen Bereichen der Physik (z. B. Akustik, Optik, Quantenphysik) und Technik eine wichtige Rolle. Die Superposition von Wellen lässt sich besonders einfach und anschaulich im sogenannten *Zeigermodell* beschreiben und berechnen. Durch grafische Vektoraddition ist es sogar möglich, komplexe Superpositionsprobleme ohne mathematisches Rüstzeug zu lösen. Diese Unterrichtseinheit stellt die Grundlagen des Zeigermodells kurz und übersichtlich dar. Danach wird das erläuterte Modell auf verschiedene Interferenzphänomene angewendet.

**Doppelspalt-Experiment
einmal anders!**

Der Beitrag im Überblick

Klasse: 11/12

Dauer: 12–14 Stunden

Ihr Plus:

- ✓ Komplexe Interferenzphänomene – übersichtlich grafisch veranschaulicht
- ✓ Eine mathematische Beschreibung der Interferenz

Inhalt:

- Grundlagen des Zeigermodells
- Superpositionsprinzip
- Stehende Welle
- Schwebung
- Beugung am Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter
- Fermat'sches Prinzip

II/D

Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

Die Superposition von Wellen spielt in allen Bereichen der Naturwissenschaft und Technik eine wichtige Rolle. Besondere Bedeutung haben Interferenzphänomene für die Teilgebiete *Akustik*, *Optik* und *Quantenphysik*. Berücksichtigen Sie diese Tatsache in Ihrem Physikunterricht.

In der **Akustik** nutzt man Interferenz unter anderem zur Reduktion störender Geräusche. Flugzeugpiloten tragen spezielle Interferenzkopfhörer, um den Lärm der Maschinen zu dämpfen. Streichinstrumente stimmt man, indem man die Spannung der Saiten so lange verändert, bis man zusammen mit dem Referenzton einer Stimmgabel keine Schwebung mehr wahrnimmt.

In der **Optik** nutzt man Interferenzerscheinungen zur Messung von Längen und Phasenverschiebungen. Das Michelson-Interferometer ist ein solches Gerät. Interferenzfarben entstehen aus weißem Licht, das an dünnen Schichten reflektiert wird. **Newton'sche Ringe** (Hell-Dunkel-Zonen) bilden sich durch Interferenz an einem Luftspalt zwischen zwei reflektierenden, nahezu parallelen Oberflächen.

Am Doppelspalt verhalten sich Elektronen wie Wellen, sie interferieren. Diese experimentell gefundene Tatsache erklärt die **Quantenphysik** durch Einführung einer Wahrscheinlichkeitswelle.

Auch bei der Untersuchung von Kristallstrukturen mithilfe von Röntgenstrahlung spielt Interferenz eine Rolle.

Das Zeigermodell

Die Superposition von Wellen lässt sich besonders einfach und anschaulich im sogenannten **Zeigermodell** beschreiben und berechnen. Diese Unterrichtseinheit stellt die Grundlagen des Zeigermodells kurz und übersichtlich dar. Die Schüler verfestigen ihr neu erworbenes Wissen anhand repräsentativer Beispiele.

Newton-Verfahren oder Einsatz des grafikfähigen Taschenrechners

Die Nebenmaxima am Einzelspalt (**M 10**) berechnen Sie am besten mit dem Newton-Verfahren oder mit dem grafikfähigen Taschenrechner.

Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, dass die Schüler das Zeigermodell verstehen und anwenden können. Die Materialien sind so gestaltet, dass sich die Schüler die Themen selbstständig erarbeiten können.

In **M 1** beschäftigen sich die Schüler mit dem Modell der harmonischen Welle. Sie lernen, wie man eine Welle mathematisch beschreibt. In **M 2** erarbeiten sie sich das Zeigermodell, das die Basis für alle folgenden Lektionen darstellt. **M 3** macht die Schüler mit dem Superpositionsprinzip vertraut.

Die folgenden Materialien (**M 4–M 10**) bilden einen **Stationenzirkel**. Sie behandeln Beispiele zum Superpositionsprinzip/Zeigermodell, nämlich die stehende Welle, die Schwebung, die Beugung am Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter und das Fermat'sche Prinzip.

Stellen Sie für jede der sieben Stationen einen Vierertisch zusammen. Sie kopieren die Materialien in Klassenstärke und teilen Sie an die Schüler aus. Zusätzlich stecken Sie eine Kopie in eine Klarsichtfolie oder laminieren sie. Die Schüler arbeiten eigenständig an der jeweiligen Station. Sie als Lehrkraft stehen bei Fragen beratend zur Verfügung.

Mediathek

Harmonische Welle:

<http://www.schulphysik.de/ntnujava/wave/wave.html>

http://www.geogebra.org/de/upload/files/dynamische_arbeitsblaetter/lwolf/wellen/welle2.html

Vektoraddition:

<http://www.walter-fendt.de/ph14e/resultant.htm>

Zum Zeigermodell:

http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/online_material/wellen/interferenz/d_zeiger.htm

(Dort findet man ein Programm mit dem Namen „Zeiger“.)

Huygens'sches Prinzip:

<http://www.falstad.com/ripple/>

Stehende Welle:

http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/online_material/ntnu/waveSuperposition/waveSuperposition.html

Schwebung:

<http://www.sciencejoywagon.com/explrsci/media/tonebeat.htm>

<http://www.walter-fendt.de/ph14d/schwebung.htm>

http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/online_material/wellen/interferenz/d_zeiger.htm

(Dort findet man ein Programm mit dem Namen „Schwebung“.)

Beugung am Doppelspalt:

<http://jakobvogel.net/legacy/index.php?url=physics/light/diffraction/index.xml>

http://www.leifiphysik.de/web_ph12/simulationen/06doppelspalt/doppels_keimung.htm

Beugung am Mehrfach-Spalt:

<http://home.vr-web.de/kallenbachwil/P12/spalt/4spalt.html>

<http://home.vr-web.de/kallenbachwil/P12/spalt/4-8spalt.html>

http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/online_material/wellen/interferenz/d_zeiger.htm (Dort findet man ein Programm mit dem Namen „Gitter“.)

Fermat-Prinzip:

http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/online_material/ntnu/Fermat/Fermat.html

Reflexions- und Brechungsgesetz:

<http://www.walter-fendt.de/ph14d/huygens.htm>

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

⌚ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch Fo = Folie

M 1	Ab	Die harmonische Welle – mathematische Beschreibung
	⌚ D: 90 min	
M 2	Ab, LV	Die Projektion einer Kreisbewegung – das Zeigermodell
	⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/> Federpendel
	⌚ D: 80 min	<input type="checkbox"/> Elektromotor mit rotierendem Körper
		<input type="checkbox"/> Scheinwerfer
M 3	Ab	1 + 1 = 0? – Das Superpositionsprinzip
	⌚ D: 90 min	
M 4	Ab	Überlagerung zweier gegenläufiger Wellen – die stehende Welle
	⌚ D: 45 min	
M 5	Ab, SV	Wie stimmen Sie eine Gitarre? – Die Schwebung
	⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/> 2 Lautsprecher
	⌚ D: 80 min	<input type="checkbox"/> 2 Funktionsgeneratoren
		<input type="checkbox"/> Mikrofon
		<input type="checkbox"/> Oszilloskop
		<input type="checkbox"/> Stimmgabel (f = 440 Hz)
		<input type="checkbox"/> klassische Gitarre
M 6	Ab	Das Huygens'sche Prinzip
	⌚ D: 15 min	
M 7	Ab, SV	Superposition zweier Wellen – Beugung am Doppelspalt
	⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/> Straßenmessrad (alternativ Fahrrad)
	⌚ D: 80 min	<input type="checkbox"/> Kreide
M 8	Ab	Mehr als zwei Spalte – Beugung am Gitter
	⌚ D: 45 min	
M 9	Ab	Das Fermat'sche Prinzip
	⌚ D: 45 min	
M 10	Ab	Beugung am Einzelspalt
	⌚ D: 45 min	

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 36.

Minimalplan

Die Schüler bearbeiten die Materialien **M 1–M 3** als Hausaufgabe. Eine Schulstunde nutzen Sie, um Unklarheiten bezüglich des Stoffs dieser Materialien zu klären. Danach beschränken Sie sich auf das Huygens'sche Prinzip (**M 6**) und die Beugung am Doppelspalt (**M 7**) bzw. Gitter (**M 8**).

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Das Zeigermodell - Grundlagen und Rechenbeispiele

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

