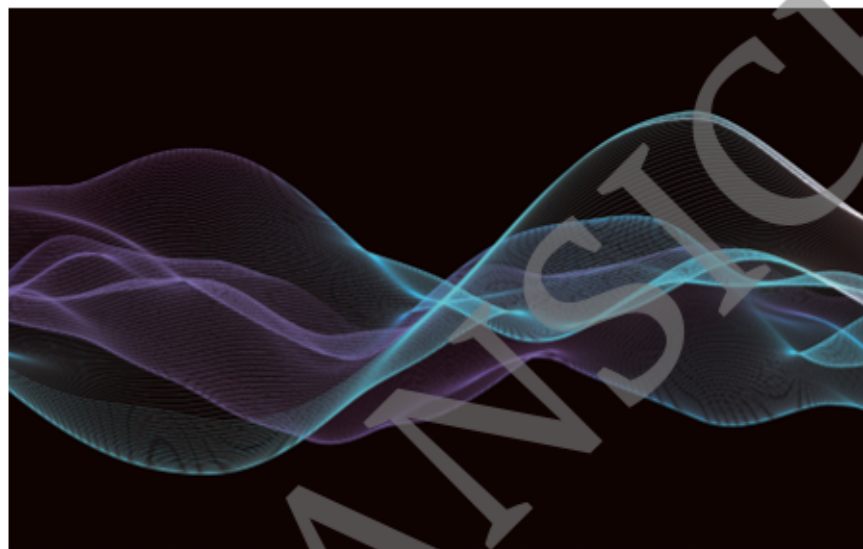


# Untersuchung von Materiewellen – Aufgaben zur Quantenphysik

Ein Beitrag von Gerhard Deyke



© Flavio Coelho/Moment

Elektronen besitzen sowohl einen Wellen- als auch einen Teilchencharakter. In diesem Beitrag beleuchten Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern zunächst die Experimente und Erkenntnisse von de Broglie, Davisson und Germer. Anschließend haben die Lernenden die Möglichkeit, ihr Wissen anhand von zahlreichen Übungsaufgaben zur Quantenphysik zu festigen. Der Beitrag schließt mit einem ausführlich gestalteten Lösungsteil. Tauchen Sie mit Ihrer Klasse in diese Materie ein und schwimmen Sie mit ihr auf der Welle des Lernerfolgs.

# Untersuchung von Materiewellen – Aufgaben zur Quantenphysik

## Oberstufe (weiterführend)

Gerhard Deyke, Hamburg

Illustrationen von Alexander Friedrich

<b>Hinweise</b>	<b>1</b>
<b>M1 Welle oder Teilchen? – Einfach beides!</b>	<b>2</b>
<b>M2 Aufgaben zum Wellen-Teilchen-Dualismus</b>	<b>5</b>
<b>M3 Formelsammlung</b>	<b>8</b>
<b>Lösungen</b>	<b>9</b>

### Die Schülerinnen und Schüler lernen:

die wesentlichen Erkenntnisse zur Thematik der Materiewellen kennen. Darüber hinaus erfahren die Lernenden den grundlegenden Aufbau und die Beobachtung des Experiments, welches die Existenz von Materiewellen bestätigte. Unterstützt werden diese Lerninhalte durch adressatengerechte Aufgaben mit einem entsprechend ausführlichen Lösungsweg.

## Überblick:

Legende der Abkürzungen:

**AB** Arbeitsblatt    **Info** Information

Thema	Material	Methode
Wellen-Teilchen-Dualismus	M1	AB
Aufgaben	M2	AB
Formelsammlung	M3	Info

## Kompetenzprofil:

**Inhalt:** Wellen-Teilchen-Dualismus, de Broglie-Wellenlänge, Materiewellen, Bragg-Bedingung, Davisson-Germer-Experiment, Relativismus

**Medien:** Taschenrechner

**Kompetenzen:** Erklären von Phänomenen unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien (S1), Auswählen bereits bekannter geeigneter Modelle bzw. Theorien für die Lösung physikalischer Probleme (S3), Berücksichtigung von Messunsicherheiten und Analyse der Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses (E7)

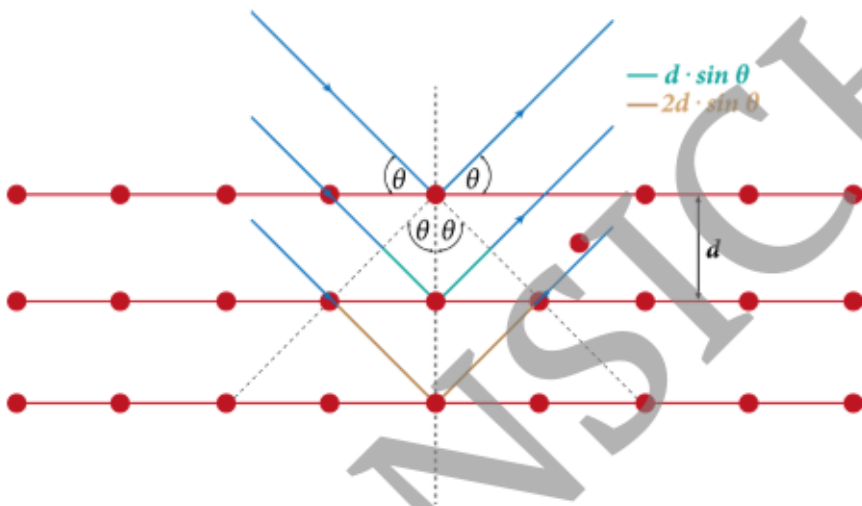
© RAABE 2022

## Erklärung zu den Symbolen

		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau

**Beobachtung:**

Zunächst würde man annehmen, dass die Intensität der gestreuten Elektronen unter allen Streuwinkeln  $\theta$  gleich ist. Jedoch zeigte sich auf dem Schirm eine andere Erscheinung – ein Interferenzmuster. Dabei zeigten sich eindeutige Maxima und Minima, ähnlich wie bei Photonen. Damit war der Beweis erbracht, dass Elektronen unter bestimmten Voraussetzungen Wellencharakter aufweisen.



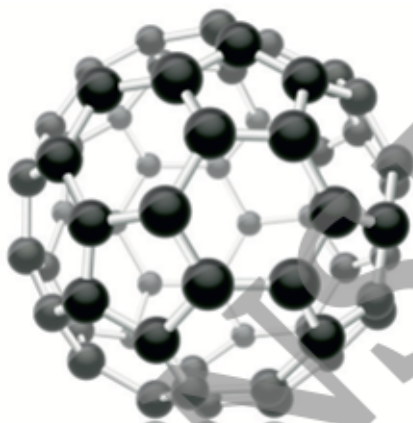
Skizze: Alexander Friedrich

Dabei zeigte sich zudem, dass die Maxima genau der Bragg-Gleichung entsprechen, welche später genauer betrachtet wird.

Durch dieses Experiment konnte die von Louis de Broglie aufgestellte Hypothese bestätigt werden, dass auch klassische Teilchen einen Wellencharakter aufweisen können. Hierfür erhielt de Broglie 1929 den Nobelpreis für Physik. 1937 wurde Clinton Davisson mit dem Nobelpreis geehrt.

7. Das Fulleren  $C_{60}$  ist ein fußballförmiges Molekül aus 60 Kohlenstoffatomen. Die Masse eines C-Atoms beträgt  $m_c = 1,995 \cdot 10^{-26}$  kg. Die Fullerene liefern an ein Strichgitter mit der Gitterkonstanten  $a = 100$  nm Interferenzen. In einem Experiment sendet ein Ofen die  $C_{60}$ -Moleküle mit einer Geschwindigkeit von etwa 200 m/s aus. Der Molekülstrahl fällt senkrecht auf das oben genannte Gitter. Auf einem „Schirm“ (Detektor), der sich 0,20 cm hinter dem Gitter befindet, wird die Interferenz beobachtet.

Berechnen Sie den Abstand der beiden Maxima erster Ordnung voneinander.



Ein Fulleren-Molekül

© Jack0m/DigitalVision Vectors