

# Planungsphase 1

## I Voraussetzungen für das Lernen

Im Donau-Gymnasium Kelheim sind zwei Physiksäle mit Sammlung und Vorbereitung eingerichtet. In einem davon findet der Unterricht für Q12 statt. Die Zeit beläuft sich auf 45 Minuten und ist per Stundenplan auf Mittwoch für die zweite Stunde von 08.15 Uhr bis 09.00 Uhr angesetzt. Der Lehrsaal ist gestuft aufgebaut und es befinden sich Tafel, Beamer und Overheadprojektor im Saal. Eine Möglichkeit zur Wiedergabe von Auiomaterial ist ebenso gegeben. Auf der einen Seite des Raumes sind Fenster verbaut und somit kann im Tageslicht gelehrt und gelernt werden. Die Schülerinnen und Schüler haben im Laufe dieses Schuljahrs verschiedene Atommodelle kennen gelernt, zum Beispiel das nach Rutherford, Bohr oder auch jenes der Quantenmechanik. Ferner wurde Emission und Absorption von Licht behandelt und die zugehörige Formel  $\Delta E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$  ist bekannt. Ferner wurden Potentialtopf und Schrödingergleichung behandelt. Weiter wurde der Tunneleffekt und seine technische Anwendung im Rastertunnelmikroskop besprochen.

## II Sachanalyse

Der Elektronenstoßversuch wurde erstmals 1913 von den beiden Physikern James Franck und Gustav Hertz durchgeführt. 1925 erhielten sie dafür den Nobelpreis für Physik.

Ziel war es, zu widerlegen, dass Elektronen beim Stoß mit Atomen ihre gesamte kinetische Energie abgeben. Oder auch die Frage: Nehmen auch Atome quantenhaft Energie auf bzw. geben sie quantenhaft Energie ab?

Um dies zu untersuchen, stoßen glühelektrisch erzeugte Elektronen mit Quecksilber- oder Neonatomen.

Der Versuch kann wahlweise mit Neon oder Quecksilberdampf in einer Franck-Hertz-Röhre durchgeführt werden. Die Grundidee ist die, Atome nicht durch Bestrahlung, sondern durch Stoßprozesse anzuregen. An einer beheizten Kathode werden glühelektrisch ausgelöste Elektronen frei und über eine angelegte Spannung zwischen Kathode und Anode beschleunigt. Dabei stoßen Elektronen mit Atomen elastisch und unelastisch. Es finden nur dann unelastische Stöße statt, wenn die Elektronen bestimmte Energiestufen (sogenannte diskrete Energiestufen) erreichen. In diesem Zustand ist es möglich, Atome anzuregen. Wenn sie das Gitter passiert haben, durchlaufen die Elektronen ein Gegenfeld und es kommen nur noch Elektronen mit einem gewissen Mindestmaß an Energie an der Anode an. Dort wird somit ein Strom detektiert. Trägt man nun die Beschleunigungsspannung gegen den Strom in einem Diagramm auf, zum Beispiel mit einem  $x$ - $y$ -Schreiber, so erhält man die sogenannte Franck-Hertz-Kurve. Wertet man dieses Diagramm aus, so stellt man fest, dass die Spannungsdifferenz zwischen den Maxima immer gleich ist. Also wird die Frage nach Quantisierung von Energie bei Stoßprozessen beantwortet. Es sei noch angemerkt, dass man je nach Energiestufe verschiedene Leuchtschichten in der Röhre erkennen kann.

### III Didaktische Analyse und Schwerpunktsetzung

Um den Schülerinnen und Schülern einen deartigen Sachverhalt zu vermitteln ist es sinnvoll, den Versuch vorzuführen. Leider ist dies in der Unterrichtsstunde nicht möglich, da die Quecksilberröhre defekt ist. Alternativ wurde der Versuch an Universität durchgeführt und per Video dokumentiert. Man kann also den Versuchsaufbau am realen Modell erklären und die Versuchsdurchführung virtuell präsentieren. Somit behält die Sache ihren anschaulichen Charakter.

#### 3.1 Ziele

Insgesamt stehen drei Ziele im Vordergrund: Die Schülerinnen und Schüler sollen den Versuchsaufbau und den Ablauf des Versuchs verstehen und erklären können. Weiter sollen sie lernen, wie man Messergebnisse auswertet. Das Hauptziel der Unterrichtsstunde beinhaltet, dass die Schülerinnen und Schüler diskrete Energiestufen kennen und den Sachverhalt des Franck-Hertz-Versuchs erklären können.

### IV Unterrichtsstruktur

Im Unterrichtseinstieg wird die Emission und Absorption von Licht mit der Formel  $\Delta E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$  wiederholt. Hier sollen sich die Schülerinnen und Schüler wieder in bereits Erlerntes hineinendenken. Der nächste Schritt ist die Versuchsdurchführung an sich. Es werden Versuchsaufbau, Schaltbild und Geschehen in der Röhre geklärt. Die Durchführung wird anhand eines Videos verdeutlicht, in welchem die Schülerinnen und Schüler den Versuchsverlauf genau beobachten sollen. Im Anschluss daran werden Beobachtungen gesammelt und mögliche Ergebnisse aufgezeigt. Weiter werden Versuchsaufbau, Durchführung und Messergebnisse in Form eines Arbeitsblattes kombiniert mit einem Hefteintrag fixiert. In dieser Phase sollen die Schüler noch einmal die Funktionsweise des Versuchs reflektieren und verinnerlichen. Als Abschluss der Stunde wird ein Fazit im Heft notiert, welches Rückbezug auf die Problemfrage vom Stundenbeginn nimmt und diese beantwortet.

### V Aufträge an Schülerinnen und Schüler

Der erste Auftrag an die Schülerinnen und Schüler ist das Reaktivieren von Elerntem in Bezug auf Emission und Absorption von Licht. Dies erleichtert ihnen das Verständnis des Franck-Hertz-Versuchs und sie können gegebenenfalls Parallelen ziehen. Das Zweite ist die genaue Beobachtung der Versuchsdurchführung. Hier wird analytisches Denken gefordert und es können Rückschlüsse auf das Geschehen in der Röhre gezogen werden. Ein weiterer Auftrag werden das Betrachten und die gemeinsame Auswertung des Diagramms darstellen. Die Schülerinnen und Schüler sollen einen Einblick ins wissenschaftlich Arbeiten bekommen, da sie dies immer wieder benötigen werden, zum Beispiel in einem P-Seminar oder später an der Universität bzw. im Beruf.

## VI Methodische Planung

Die Unterrichtsstunde basiert auf drei Methoden: Da es sich um ein sehr theorielastiges Thema handelt wird der Lehrevortrag die Stunde dominieren. Es wird zunächst die Emission und Absorption von Licht wiederholt, danach der Versuchsaufbau und das Schaltbild erklärt und zu einem späteren Zeitpunkt die Auswertung des Diagramms angeleitet. Die Versuchsdurchführung stellt eine zweite Methode vor und ist selbsterklärend. In einem Lehrer-Schüler-Gespräch sollen zum einen Beobachtungen und mögliche Ergebnisse zusammengetragen werden und zum anderen die Sachverhalte bei der Fixierung vertieft werden.

## VII Medien

Der Beamer wird mit Hilfe eines Computers als Medium verwendet, um Sachverhalte zu Visualisieren und die Versuchsdurchführung präsentieren zu können. Weiter dient er zur Auswertung des Diagramms. Der reale Versuchsaufbau trägt wesentlich zur Anschaulichkeit bei und erleichtert den Schülern die Vorstellung des Versuchs. Auf einem Arbeitsblatt werden geschichtliche Informationen, Versuchsaufbau und das Diagramm festgehalten. Die Durchführung des Versuchs und die Ergebnisse werden in Form einer Tafelanschrift fixiert.

## VIII Sicherung der Ergebnisse

Die Sicherung der Ergebnisse findet zum einen im Gedächtnis der Schülerinnen und Schüler durch aktives Mitdenken und Mitarbeiten statt. Ferner werden neben geschichtlichen Fakten Versuchsaufbau und Messdiagramm auf einem Arbeitsblatt festgehalten und Versuchsdurchführung mit Ergebnissen im Heft fixiert.

# Planungsphase 2

## IX Unterrichtseinführung - Hinführung zum Thema

Zu Beginn der Stunde wird Emission und Absorption von Licht wiederholt. Das Resultat dieser Unterrichtseinheit war, dass die Farbe des emittierten Lichts, also die Wellenlänge, zu einer bestimmten Energie gehört. Der Franck-Hertz-Versuch stellt für die Schülerinnen und Schüler den ersten Versuch dar, der sich gerade mit der Quantelung von Energie beschäftigt. Dies ist ein sehr bedeutsames Experiment für die Physik und 1987 wurde diesem sogar eine Briefmarke gewidmet.

## X Übergang der Unterrichtsphasen

### 10.1 Einstieg - Versuchsdurchführung

Die Überleitung vom Stundeneinstieg zur Versuchsdurchführung erfolgt mit der Problemstellung, ob auch Atome nur quantenhaft Energie aufnehmen bzw. abgeben. Die Lehrkraft wechselt hier

in die Rolle des Experimentators und die Schüler haben den Auftrag, genau zu beobachten.

## 10.2 Versuchsdurchführung - Fixierung

Nach der Durchführung des Versuchs liegen Messergebnisse vor. Somit wird alles das, was bisher geschehen ist, schriftlich festgehalten. Es werden dazu Arbeitsblätter ausgeteilt und anschließend mit dem Hefteintrag begonnen. Durch das Verteilen und Bearbeiten der Blätter wechselt die Arbeitsform in ein Lehrer-Schüler-Gespräch über.

## 10.3 Fixierung - Fazit

Mit dem Rückbezug auf die Problemfrage vom Anfang wird der Rahmen der Stunde geschlossen. Als Arbeitsform wird hier der Lehrervortrag gewählt um ein Fazit zu formulieren und festzuhalten.

# XI Anliegen (Ziele) im Unterricht

Einige verschiedene Ziele spielen eine wichtige Rolle in dieser Unterrichtseinheit. Die Schülerinnen und Schüler sollen zu aktivem Zurückgreifen auf bereits Erlertes motiviert werden, um eventuell Parallelen ziehen zu können. Ferner sollen sie Sachverhalte kritisch hinterfragen lernen und dazu ihr analytisches, problemlösendes Denken einsetzen. Weiter sollen die Aduleszenten eine Vorstellung von der Auswertung von Messergebnissen bekommen und lernen, komplexe Sachverhalte zu verstehen.

# XII Hilfsmittel und Medien

Der Beamer wird mit Hilfe eines Computers zur Visualisierung und Verdeutlichung des Sachverhaltes genutzt. Dies findet in Form einer Präsentation statt, in welcher Bilder und Videos bzgl. Franck-Hertz-Versuch verankert sind. Der Aufbau des Versuchs wird anhand eines realen Modells dargestellt und erklärt. Auf einem Arbeitsblatt werden Versuchsaufbau, geschichtliche Informationen und die Ausgabe des  $x$ - $y$ -Schreibers festgehalten. Versuchsdurchführung, Ergebnisse und Fazit der Unterrichtsstunde werden in einer Tafelanschrift fixiert, welchen die Schülerinnen und Schüler in ihr Heft bzw. ihren Ordner übernehmen.

# XIII Arbeitsaufträge und Aufgabenstellungen an Schülerinnen und Schüler

Die erste indirekte Aufgabe wird das Erinnern an Emission und Absorption von Licht sein. Danach erhalten die Schülerinnen und Schüler konkret den Auftrag, die Versuchsdurchführung genau zu beobachten. Anschließend wird das Diagramm aus dem Versuch interpretiert, hinterfragt und ausgewertet. Zur Fixierung der Erkenntnisse werden die Schüler zur aktiven Mitarbeit und zum Mitdenken motiviert, was aber indirekt geschieht.

## **XIV Visualisierungen und Sicherung der Ergebnisse**

Auf dem Arbeitsblatt wird der Versuchsaufbau, welcher als reales Modell im Physiksaal präsent ist, festgehalten. Zusätzlich wird in der Präsentation über den Beamer der Sachverhalt mit Hilfe von Bildern und Videos verdeutlicht. Zur Fixierung der Erkenntnisse tragen ferner eine Tafelanschrift und natürlich die geistige Aktivität der Schüler bei.