

Atom- und Orbitalmodelle



Bezug zu Lehrplänen und Bildungsstandards
 Die Schülerinnen und Schüler sollen die historische Entwicklung von Atommodellen nachvollziehen und die moderne Vorstellung vom Aufbau des Atoms kennenlernen. Die Bedeutung des Welle-Teilchen-Dualismus soll am Beispiel des Elektrons erschlossen werden. Es sollen die grundlegenden Prinzipien der Orbitaltheorie verstanden werden.

Vorkenntnisse

Grundkenntnisse über den Atombau und die Elementarteilchen sind hilfreich.

Zur Bedienung

Nach dem Einlesevorgang startet die didaktische DVD automatisch. Es erscheinen zuerst der Vorspann und dann das Hauptmenü. Der Vorspann kann mit der **Enter**- oder der **Skip**-Taste an der Fernbedienung oder durch einen Mausklick in das Fenster der DVD-Player-Software (am PC) übersprungen werden.

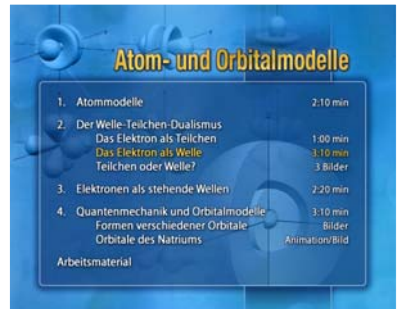
Mit den **Pfeiltasten** auf der Fernbedienung können Sie die Menüpunkte aktivieren (optisch hervorgehoben) und mit **Enter** starten. Ist ein Untermenü, eine Filmsequenz, eine Grafik o. Ä. angewählt, so starten/öffnen Sie diese mit der **Enter**-Taste. Auch die Buttons am unteren Bildschirmrand steuern Sie mit den **Pfeiltasten** an und rufen diese mit Enter auf: Der Button „**Hauptmenü**“ bringt Sie zurück zum Hauptmenü. Der Button „**zurück**“ führt Sie stets zum übergeordneten Menü. Manche Bildschirmtafeln bieten den Button „**Antwort ein**“ bzw. „**Antwort aus**“, über den Sie die Antwort zu der jeweiligen Frage in das Bild ein-/ausblenden können. Stehen Ihnen innerhalb eines Menüs mehrere Bilder oder Grafiken zur Auswahl, können Sie mit den Buttons „>“ und „<“ vor- und zurückblättern.
 Aus dem laufenden Film oder einer laufen-

den Filmsequenz gelangen Sie mit der Taste **Menu** oder **Title** der Fernbedienung wieder in das Ausgangsmenü zurück.

Zum Inhalt

Hauptmenü „Atom- und Orbitalmodelle“

Im Hauptmenü können Sie verschiedene Filmsequenzen und Bilder anwählen.



Hauptmenü

1. Atommodelle

Im ersten Kurzfilm wird die historische Entwicklung der Atommodelle bis zum Planetenmodell von Niels Bohr vorgestellt.

2. Der Welle-Teilchen-Dualismus

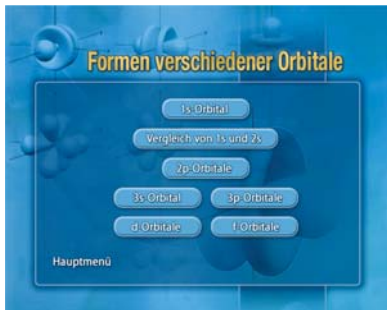
In den beiden Filmsequenzen wird die Problematik des Welle-Teilchen-Dualismus, die letztlich zur modernen Vorstellung über den Atomaufbau führte, ausgehend vom Bohrschen Planetenmodell dargestellt. Es wird gezeigt, dass sich Elektronen - je nach dem gewählten experimentellen Ansatz - als Teilchen oder als Welle verhalten können. Die Bilderserie „Teilchen oder Welle“ zeigt noch einmal die in den Sequenzen vorgestellten Experimente und kann zur mündlichen Wiederholung und zur Ergebnissicherung genutzt werden.

3. Elektronen als stehende Wellen

Mithilfe verschiedener Experimente werden stehende Wellen sichtbar gemacht. Anschließend wird erklärt, dass durch die Schrödinger-Gleichung Elektronen als dreidimensional stehende Wellen beschrieben werden können.

4. Quantenmechanik und Orbitalmodelle

In dieser Sequenz wird gezeigt, dass die Welleneigenschaften von Elektronen im Atomverband bildlich als so genannte Orbitale dargestellt werden können. Dabei bezeichnen die Quadrate der Lösungen der Schrödinger-Gleichung die Dichte der Aufenthaltswahrscheinlichkeiten der Elektronen. „Formen verschiedener Orbitale“ führt zu einem Untermenü, in dem Sie zahlreiche Orbital-Grafiken anwählen können.



Menü „Formen verschiedener Orbitale“

Der Menüpunkt „Orbitale des Natriums“ führt Sie zu einer Navigationsleiste, auf der Sie entweder eine Animation starten können, die nacheinander die verschiedenen Orbitale des Natriums zeigt, oder Sie wählen „Bild“ - dann werden die entsprechenden Orbitale in einer Übersichtsgrafik angezeigt.

Arbeitsmaterial

Auf der DVD stehen Ihnen Hinweise zur Verwendung der DVD im Unterricht (Physik und Chemie) sowie Arbeitsblätter (mit Lösungsvorschlägen) zur Verfügung. Außerdem finden Sie dort zusätzliche Materialien wie Grafiken, das Beiheft zur DVD, die Programmstruktur sowie Hinweise zu weiteren FWU-Medien und weiterführende Internet-Links. Um die Arbeitsmaterialien zu sichten und auszudrucken, legen Sie die DVD in das DVD-Laufwerk Ihres Computers ein und öffnen Sie im Windows-Explorer den Ordner „Arbeitsmaterial“. Hier finden Sie die Datei „Inhaltsverzeichnis“, die die Startseite öffnet. Über diese können Sie bequem alle Arbeitsmaterialien aufrufen. Die Materialien stehen als PDF-Dokumente zur Verfügung. Alle Texte lassen sich ausdrucken.

Am unteren Rand der aufgerufenen Seiten finden Sie die Buttons „Inhaltsverzeichnis“ (verlinkt zum Inhaltsverzeichnis des jeweiligen Kapitels), „Startseite“ (verlinkt zur Startseite der Arbeitsmaterialien) und „Erste Seite“ (verlinkt bei mehrseitigen Texten zur ersten Seite des Textes), die Ihnen das Navigieren erleichtern. Die Buttons erscheinen nicht im Ausdruck.

Um die PDF-Dateien lesen zu können, benötigen Sie den Adobe Reader. Sie können den Adobe Reader installieren, indem Sie den Ordner „Adobe“ öffnen und die Datei doppelklicken.

Im Ordner „Arbeitsmaterial/Word_Dateien“ finden Sie die Arbeitsblätter als Word-Dokumente.

Im ROM-Teil der DVD finden Sie folgende Arbeitsmaterialien:

Ordner	Materialien
Verwendung im Unterricht	Hinweise zum Einsatz der DVD im Unterricht (Physik und Chemie)
Arbeitsblätter	10 Arbeitsblätter (jeweils mit Lösungsvorschlag) sowie eine Bauanleitung zum Rutherford-Versuch
Grafiken	In den PDF-Dateien finden Sie die Grafiken aus dem Menü „Formen verschiedener Orbitale“.
Begleithefte	zur DVD „Atom- und Orbitalmodelle“ sowie zum gleichnamigen VHS-Arbeitsvideo (in diesem Begleitheft finden Sie noch zusätzliche Sachinformationen zu den Filmsequenzen)
Programmstruktur	Übersicht über den Aufbau der DVD
Weitere Medien	Kurzinfos zu thematisch verwandten FWU-Medien
Links	zur FWU-Homepage und anderen interessanten Seiten

Verwendung im Unterricht

Physik

Modellvorstellungen haben im Physikunterricht einen hohen Stellenwert. Sie ermöglichen es, im Experiment beobachtete physikalische Phänomene zu erklären sowie experimentelle Ergebnisse vorherzusagen. Bereits die Naturphilosophie Demokrits beschreibt die Vielfalt der Phänomene in der Natur mit kleinsten, nicht weiter teilbaren Teilchen - den so genannten Atomen. Sie bewegen sich in einem völlig freien Raum, dem Vakuum. Diese einfachen Grundgedanken findet man auch heute noch in ähnlicher Form im Teilchenmodell des Physik- und Chemieunterrichts. In diesem Modell besteht Materie aus kleinen unsichtbaren Massekugeln, die den Bewegungsgesetzen der Mechanik folgen. Viele Phänomene wie Wärmestrahlung, Phasenübergänge, Ausdehnung von Gasen beim Erwärmen usw. lassen sich damit beschreiben.

Die Entwicklung der Atommodelle ist ein besonders gutes Beispiel, wie sich physikali-

sche Theorien historisch entwickelt haben. Bei den Griechen ging es um Spekulationen bzw. Denkmöglichkeiten. Die Diskussion ging einerseits um verschiedene Arten von Kontinuumsauffassungen der Materie und andererseits um die Idee von kleinsten, nicht mehr teilbaren Teilchen, den Atomen. Eine Diskussion möglicher Atommodelle in Hinsicht auf ihre Struktur kann im Unterricht durch Vergleiche mit Früchten und anderen Gebilden (Apfel, Kirsche, Kiwi, Rosinenkuchen, Luftballon, Lufthülle der Erde, Planetensystem) bereichert werden. Dabei sind vor allem die Fragen nach einem Kern, nach dem Rand und nach der Raumausfüllung interessant. Das Bohrsche Atommodell findet bereits in der Sekundarstufe I Verwendung. In der Sekundarstufe II erfolgt dann der Übergang von klassischen Vorstellungen zur Quantenphysik.

Der im Film thematisierte Dualismus von Welle und Teilchen eignet sich besonders gut, um als Schüler das Charakteristische einer Modellvorstellung zu erkennen. Häufig wird ein Modell mit der Wirklichkeit ver-

wechselt. Beim angesprochenen Dualismus zeigt sich aber, dass nur ein Teil der Beobachtungen mit dem einen Modell erklärt werden kann. Ein Teil der beobachteten Phänomene erfordert zur Erklärung das andere Modell. Die Grenzen einer Modellvorstellung können so sehr verständlich und anschaulich dargestellt werden.

Chemie

Chemie ist nur über das Hilfsmittel „Modelle“ zu verstehen. Vorrangige Herausforderung des Chemieunterrichtes ist es, adäquate Modellvorstellungen beim Schüler zu induzieren. Der angewandte didaktische Weg muss die gedankliche Verknüpfung zwischen der Beobachtung (z. B. einer chemischen Reaktion) und den Vorgängen auf Teilchenebene bewirken. Dieses Vorhaben an sich ist schon schwierig. Erschwert wird dies außerdem durch den Umstand, dass die Naturwissenschaft keine „Wahrheit“ präsentieren kann, sondern eben nur Theorien. Aufgabe des Lehrers ist es, einerseits den Schülern valide Modelle vorzustellen, andererseits aber immer wieder auf die Gültigkeitsgrenzen der Modelle hinzuweisen. Das erste Modell, mit dem die Schüler im Chemieunterricht konfrontiert werden, ist das Teilchenmodell: Materie besteht aus kleinsten Teilchen. Dieses Modell reicht zur Einführung der Aggregatzustände und der Trennmethode aus. Spätestens dann, wenn die Schüler Bindungsverhältnisse, Ionen oder das grundlegende Wesen von chemischen Reaktionen verstehen sollen, stößt dieses einfache Modell an seine Grenzen.

Nach wie vor führen viele Kollegen ein erstes genaueres Atommodell über eine historische Herangehensweise ein (Demokrit → Dalton → Rutherford → Bohr → Schrödin-

ger). Dies hat den Nachteil, dass sich im Kopf der Schüler vermeintliche Fakten festsetzen, die aber nach dem heutigen Stand des Wissens falsch sind und später revidiert werden müssen:

Nach dem Bohrschen Planetenmodell der Atome, wie es in vielen Schulbüchern behandelt wird, bewegen sich Elektronen auf „Schalen“. Dies ist falsch. Selbst wenn man die Schalen mit Hauptenergieniveaus gleichsetzt, berücksichtigt dieses Modell nicht, dass es sich um dreidimensionale Aufenthaltsräume handelt. Aus diesem Grund empfehlen aktuelle Lehrpläne und fachdidaktische Veröffentlichungen, den Begriff „Schale“ völlig zu vermeiden. Stattdessen sollte von Anfang an von Energieniveaus oder sogar von Orbitalen gesprochen werden („Die Elektronen bewegen sich auf bestimmten Energieniveaus um den Kern“, „Elektronen bewegen sich in ganz bestimmten Aufenthaltsräumen um den Kern, den so genannten Orbitalen“). Bleibt man in diesen Begrifflichkeiten konsequent und reflektiert mit den Schülern immer wieder, dass es sich um (überholte) Modelle und nicht um „Wahrheiten“ handelt („Niels Bohr ging damals davon aus, dass ...“, „Nach dem damaligen Stand des Wissens ...“), so ist dieses Thema natürlich eine schöne Gelegenheit für eine historische Herangehensweise. Dem entsprechend finden sich die Sequenz „Atommodelle“ auf dieser DVD und im ROM-Teil Arbeitsblätter zur Geschichte der Atommodelle.

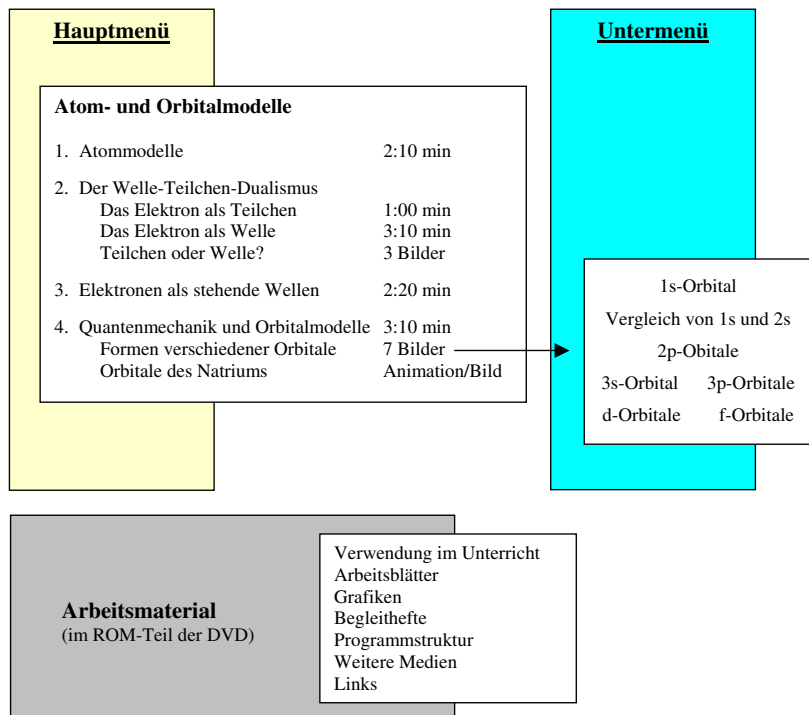
Andererseits bringen die Schüler in ihre erste Chemiestunde in der Regel das Wissen darüber mit, dass Materie „aus Atomen aufgebaut ist“. Da das Teilchenmodell beim Verständnis von Trennmethode sehr hilfreich ist, setzt es sich immer mehr durch,

hiermit den Chemieunterricht zu beginnen. Im ROM-Teil der DVD wird ein möglicher Unterrichtsgang zur Einführung des Atommodells aufgezeigt (Verwendung im Unterricht: Chemie).

In den höheren Chemieklassen, vor allem des Gymnasiums, wird schließlich genauer auf das Wesen der Elektronen und ihrer Aufenthaltsräume eingegangen. Die Schüler lernen, dass in jedes Orbital nur zwei Elektronen (entgegengesetzten Spins) passen.

Sie begegnen der Unterscheidung in Haupt- und Nebenenergieniveaus und ihrer Beschreibung mit den Quantenzahlen ($1s^2$, $2s^2$, $2p^6$...). Schließlich werden in der Regel das Pauli-Prinzip und die Hundsche Regel eingeführt. Diese didaktische DVD bietet auch für den Einstieg in die genauere Behandlung des atomaren Aufbaus didaktisch sehr gut gemachte Filme an. Ein möglicher Weg ist im ROM-Teil der DVD in der Datei „Verwendung im Unterricht: Chemie“ skizziert.

Struktur der DVD



Produktion

FWU Institut für Film und Bild, Grünwald und
Klett-Perthes Verlag GmbH, Gotha, 2008

DVD-Herstellung

mastering studio münchen GmbH

im Auftrag von

FWU Institut für Film und Bild und
Klett-Perthes Verlag GmbH, 2008

Konzept

Michael Süß, Katja Weirauch

Bildnachweis

Heike Gewehr, e-synergy

Grafiken und Animationen

Heike Gewehr, e-synergy

Arbeitsmaterial

Katja Weirauch, Roland Bergmann

Begleitheft

Michael Süß

Fachberatung

Katja Weirauch

Pädagogische Referentin im FWU

Henrike Quarch

**Produktionsangaben zu dem auf der DVD
verwendeten Film**

42 02142 Atom- und Orbitalmodelle

Produktion

FWU Institut für Film und Bild, Grünwald und
Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart, 1997

Buch

Monika Leuteritz-Wick
Sonja Riedel
Hannelore Schulze

© 2008

FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiseltasteig
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-300
E-Mail info@fwu.de
vertrieb@fwu.de
Internet www.fwu.de

Klett-Perthes Verlag GmbH
Justus-Perthes-Straße 3-5
D-99867 Gotha
Telefon (03621) 385-0
Telefax (03621) 385-102
E-Mail perthes@klett.de
Internet www.klett.de



FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiselgasteig
Bavariafilmpfad 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-300
E-Mail info@fwu.de
Internet <http://www.fwu.de>

zentrale Sammelnummern für unseren Vertrieb:

Telefon (0 89) 64 97-4 44
Telefax (0 89) 64 97-2 40
E-Mail vertrieb@fwu.de



Klett-Perthes Verlag GmbH
Justus-Perthes-Straße 3-5
D-99867 Gotha
Telefon (0 36 21) 3 85-0
Telefax (0 36 21) 3 85-102
E-Mail perthes@klett.de
Internet www.klett.de

Vertrieb:

Ernst Klett Verlag GmbH
Postfach 10 60 16
D-70049 Stuttgart
Telefon (07 11) 66 72-13 33
Telefax (07 11) 66 72-20 80
E-Mail kundenservice@klett.de
Internet www.klett.de

GEMA

Alle Urheber- und
Leistungsschutzrechte
vorbehalten.
Nicht erlaubte/
genehmigte Nut-
zungen werden zivil-
und/oder strafrecht-
lich verfolgt.

**LEHR-
Programm
gemäß
§ 14 JuSchG**

FWU - Schule und Unterricht



46 02582 Didaktische DVD
978-3-623-42866-6 (Klett-Perthes)

Atom- und Orbitalmodelle

Im Laufe der Jahrhunderte konnten die Menschen ein immer genaueres Bild vom Bau der Materie gewinnen. In Kurzfilmen wird auf dieser didaktischen DVD dargestellt, wie sich die Vorstellungen vom Aufbau der Atome von ersten Theorien in der Antike über das Plattenmodell bis hin zum modernen Orbitalmodell entwickelt haben (Basis: VHS 42 02142). Modellhafte Realexperimente und neue Computeranimationen verhelfen zu einem besseren Verständnis der komplexen Zusammenhänge. Im DVD-ROM-Teil stehen Arbeitsblätter, Grafiken, didaktische Hinweise und weitere Unterrichtsmaterialien zur Verfügung.

Schlagwörter

Atom, Elementarteilchen, Heisenberg, Schrödinger, Schrödinger-Gleichung, Orbital, Orbitalmodell, Quantentheorie, Elektroneninterferenz, Elektron, Aufenthaltswahrscheinlichkeit, Quantenzahl

Physik

Quantentheorie
Atomphysik • Atombau, Spektren

Chemie

Geschichte der Chemie
Physikalische Chemie • Atombau, Periodensystem

Allgemeinbildende Schule (9-13)

Weitere Medien

46 02406 Radioaktivität, Didaktische FWU-DVD
66 00882 PhysLab: Atom- und Kernphysik, CD-ROM
46 02375 Quantenphysik, Didaktische FWU-DVD
46 02527 Kernfusion, DVD-Video
46 02240 Chemische Bindungen: Moleküle, Didaktische FWU-DVD
42 01316 Das Teilchenmodell, VHS