

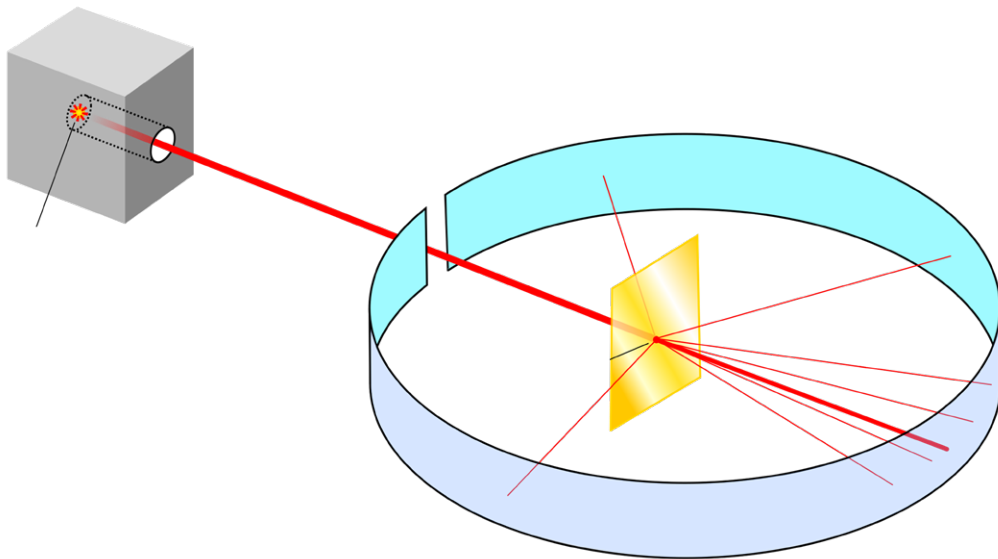


## III.16

### Atombau und Periodensystem

# Das Kern-Hüllen-Modell – Den Rutherford'schen Streuversuch praktisch durchführen

Nach einer Idee von Melina Jesgarz



© RAABE 2023

© Oldraoon/Wikimedia Commons/gemeinfrei

Atommodelle und der Aufbau der Materie sind feste Themen in den Lehrplänen der Sekundarstufe I. In dieser Unterrichtseinheit beschäftigen sich Ihre Schülerinnen und Schüler mit dem Kern-Hülle-Modell nach Ernst Rutherford. Dabei wird der Rutherford'sche Streuversuch selbstständig durch den Nachbau in einem Modell praktisch durchgeführt. Im Anschluss sollen die Lernenden das Kern-Hülle-Modell aus dem durchgeführten Experiment ableiten.

---

#### KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	7–9 (Anfangsunterricht)
<b>Dauer:</b>	2 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 1)
<b>Kompetenzen:</b>	1. Nutzen Befunde zur Veränderung bisheriger Atomvorstellungen (EG); 2. beschreiben, veranschaulichen und erklären chemischer Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Verwendung von Fachbegriffen (KK); 3. beschreiben des differenzierten Baus von Atomen aus Atomkern und -hülle (FW)
<b>Thematische Bereiche:</b>	Rutherford'scher Streuversuch, Hinführung zum Kern-Hülle-Modell, Atommodell, Atomaufbau

---

## Was Sie zum Thema wissen müssen

### Aufbau des Streuversuchs

Zwischen 1906 und 1913 führten Hans Geiger und Ernest Marsden unter der Leitung von Ernest Rutherford das heute als Rutherford'scher Streuversuch bekannte Experiment durch. Sie beschossen eine sehr dünne Goldfolie von wenigen  $\mu\text{m}$  mit doppelt positiv geladenen  $\alpha$ -Teilchen aus einem radioaktiven Präparat. Um zu beobachten, wie sich die  $\alpha$ -Teilchen im Versuch verhalten, war um die Goldfolie ein Szintillationsschirm aufgebaut. Jedes  $\alpha$ -Teilchen löste im Schirm einen Lichtblitz aus. Diese Blitze konnten visuell gezählt oder automatisch von einem Multiplier mit Zählschaltung registriert werden.

### Erwartete Beobachtungen

Die damals vorherrschende Vorstellung vom Atomaufbau, das Thomson-Modell (auch Rosinenkuchen-Modell), betrachtet die positive Ladung und die Masse als über das Atomvolumen (Durchmesser einige  $\text{\AA}$ ) gleichmäßig verteilt und die praktisch punktförmigen Elektronen als darin eingebettet (wie Rosinen im Kuchen). Da die positive Ladung im Festkörper demnach sehr gleichmäßig locker verteilt sein soll, ging man davon aus, dass ein solches Atom ein  $\alpha$ -Teilchen kaum beeinflussen kann und  $\alpha$ -Teilchen das Atom praktisch unabgelenkt passieren.

### Tatsächliche Beobachtungen

Weitaus die meisten  $\alpha$ -Teilchen gingen auch fast unabgelenkt durch die Goldfolie hindurch, allerdings wurden entgegen der erwarteten Beobachtungen einige  $\alpha$ -Teilchen auch stärker abgelenkt. Besonders überraschend war, dass gelegentlich auch auf dem Teil des Schirms Lichtblitze zu sehen waren, der auf der Seite des radioaktiven Präparates platziert war. Einige wenige der  $\alpha$ -Teilchen wurden also um über  $90^\circ$  abgelenkt und somit zurückgestreut.

### Schlussfolgerungen für das Rutherford'sche Atommodell

Rutherford und sein Team schlussfolgerten aus den Beobachtungen, dass im Atom nicht, wie von Thomson postuliert, die positive Ladung und die Masse des Atoms (zu der die Elektronen praktisch nichts beitragen) gleichmäßig verteilt sein können. Rutherford entwickelte 1911 stattdessen ein neues Atommodell, heute als Kern-Hülle-Modell bekannt, welches diese Beobachtungen vollständig erklärte. In diesem Modell nimmt Rutherford einen punktförmigen Kern an, der sehr klein und positiv geladen ist und (fast) die gesamte Masse des Atoms enthält. Gleichzeitig schlussfolgerte er daraus, dass die meisten  $\alpha$ -Teilchen die Folie unabgelenkt passierten, dass eine Atomhülle existieren muss, in der sich die Elektronen befinden. Diese Atomhülle schirmt die positive Kernladung nach außen ab, ist sehr viel größer als der Atomkern und besitzt nahezu keine Masse.

## Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

### Voraussetzungen der Lerngruppe

Als Lernvoraussetzungen für diese Einheit benötigen die Schülerinnen und Schüler ein grundlegendes Verständnis des Dalton'schen Atommodells und dessen zugrunde liegende Theorie (Atome als nicht weiter teilbare Masseteilchen). Alternativ kann das Material auch als Anknüpfung an das Thomson-Atommodell (Rosinenkuchenmodell) genutzt werden, die entsprechende Modellreflexion in der zweiten Stunde müsste dann entsprechend angepasst werden.

### Durchführung

In der **ersten Stunde** wird anhand einer gemeinsam entwickelten Problemfrage in Kleingruppen ein Modell des Rutherford'schen Streuversuchs gebaut, an welchem die Problemfrage praktisch erörtert werden soll. Als ideal hat sich aus praktischer Erprobung eine Gruppengröße von maximal drei Schülerinnen und Schülern herausgestellt.

**Als Einstieg** in die Unterrichtseinheit nutzen Sie die erste Folie der im Online-Archiv beiliegenden *PowerPoint*-Präsentation und lassen Ihre Schülerinnen und Schüler eine erkenntnisleitende Problemfrage formulieren. Auf Grundlage des Arbeitsauftrages auf Folie 2 und ihrem Vorwissen können die Lernenden Hypothesen zur Problemfrage aufstellen. Sollte bereits Radioaktivität, in diesem Zusammenhang die Masse von Protonen und die Atommasse in der Lerngruppe thematisiert worden sein, können Hypothesen wie „die  $\alpha$ -Strahlen schieben die Atome auseinander“ direkt durch die Lerngruppe diskutiert und falsifiziert werden. Teilen Sie **M 3** aus und lassen Sie die Lernenden die Problemfrage und die Hypothesen notieren. Nach Vorstellung der Arbeitsergebnisse und Sammlung der Hypothesen schließt sich eine kurze Analogisierung zwischen Modell und tatsächlichem Versuchsaufbau an (Folie 3), um den Lernenden später eine Übertragung ihrer Ergebnisse aus der Arbeit mit den Modellen auf die „Wirklichkeit“ zu erleichtern. Teilen Sie nun die (bei Bedarf laminierten) Bauanleitungen (**M 1–M 2**) sowie die Anleitung zum Arbeiten mit den Modellen (**M 4**) aus, welche sich die Schülerinnen und Schüler aufmerksam durchlesen. Nun können die Lernenden mit dem Modellbau starten. Dafür sollten in etwa 20 Minuten gebraucht werden. Nach Fertigstellen ihrer Modelle führen die Lernenden Aufgabe 2 von **M 3** praktisch an ihrem Modell durch (Veranschaulichung des Arbeitsauftrags für die **erste Erarbeitungsphase** anhand von Folie 5). In der **ersten Sicherung** werden die Beobachtungen der Schülerinnen und Schüler gesammelt und kategorisiert. Zu diesem Zeitpunkt bewegt sich das Lernarrangement immer noch im Hypothesenraum, um den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung weiterzugehen, sollen die Lernenden anschließend quantitative Daten sammeln. Dies geschieht in einer **zweiten Erarbeitungsphase**, in der die Lernenden den Arbeitsauftrag erneut durchführen und quantifizieren (Folie 6 sowie Aufgabe 3 von **M 3**). Die Quantifizierung wird bei allen Gruppen ähnlich ausfallen, sodass nach einer kurzen gemeinsamen Sicherung die Problemfrage durch die Schülerinnen und Schüler in einem Zwischenfazit beantwortet werden kann. Entweder kann an dieser Stelle das Stundenende liegen oder kurz mit der Lerngruppe diskutiert werden, welcher erkenntnisleitende Schritt sich anschließen würde. Dabei werden die Schülerinnen und Schüler auch vorschlagen, ihre Daten mit denen von Rutherford zu vergleichen. Dies dient als Überleitung für die nächste Stunde. In der **zweiten Stunde** wird der Inhalt der Vorstunde kurz wiederholt. Anschließend wird **M 5** ausgeteilt und die Aufgaben 1 und 2 bearbeitet (Folie 7). Die Arbeitsergebnisse werden gemeinsam im Plenum gesichert (Folie 8). Hiernach bietet sich ein Rückgriff zu den in der letzten Stunde gemachten Hypothesen an. Da der Transfer der bis hierhin gemachten Erkenntnisse auf ein neues Atommodell selbst für leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler extrem schwierig ist, wird diese Phase (entspricht Aufgabe 3 von **M 5**) vorentlastet. Dafür werden das Atommodell nach Dalton und das Kern-Hülle-Modell durch die *PowerPoint*-Präsentation (Folie 9) visualisiert. Die Schülerinnen und Schüler sollen nun begründen, welches der Modelle für die gemachten Beobachtungen tragfähiger ist. Wichtig ist hierbei, dass die Schülerinnen und Schüler untereinander in die Diskussion gehen und die Lehrkraft die gemachten Überlegungen zunächst möglichst unkommentiert lässt. Mit den Überlegungen können die Lernenden nun Aufgabe 3 von **M 5** bearbeiten (Folie 10) und implizit den Aufbau von Atomen aus Kern und Hülle beschreiben. Dieses Vorgehen ermöglicht es sowohl leistungsstarken als auch -schwächeren Schülerinnen und Schülern, eine eigene Ableitung für den Atombau zu generieren. Hierfür liegen zudem Hilfekarten (**M 6**) vor. Folie 11 und 12 ermöglichen abschließend die Einführung der



Begriffe Atomkern und Atomhülle und die Beleuchtung, warum man vom Rutherford'schen Streu-versuch spricht.



### Angebote zur Differenzierung

Hilfekarten zum Ableiten des Rutherford'schen Atommodells liegen vor (M 6).

### Mögliche Weiterführung der Einheit

An die Unterrichtseinheit kann eine differenzierte Betrachtung des Aufbaus von Atomkern und Atomhülle anschließen. Durch Erarbeitung des Aufbaus des Atomkerns aus Protonen und Neutronen kann der Begriff der Isotopie eingeführt und ggf. die Radiocarbonmethode zur Altersbestimmung bei z. B. Ötzi thematisiert werden. Beim Einführen des Aufbaus der Atomhülle (Bohr'sche Atomvorstellung) bietet sich eine Einführung der Ionisierungsenergie an. Es bietet sich an, die Darstellung der Energiestufen in Schalen bzw. Energiestufen vergleichend gegenüberzustellen. Aus diesen Erkenntnissen kann weiterführend der Aufbau des Periodensystems mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet werden.

### Literatur

- Meschede, Dieter (Hrsg.): Gerthsen Physik. Springer Verlag. Berlin 2015. S. 691–694  
Gerthsen Physik ist eines der bekanntesten deutschsprachigen Lehrbücher der Physik. Es deckt in etwa den Stoff der Grundlagenvorlesung zur Experimentalphysik eines Physikstudiums ab und wird auch für Nebenfachvorlesungen verwendet.
- <https://www.leifiphysik.de/atomphysik/atomaufbau/grundwissen/streuversuch-und-atommodell-von-rutherford>  
LEIFiphysik (Kurzbezeichnung LEIFI) ist ein deutschsprachiges Webportal, das zahlreiche Materialien sowie Animationen für den Physikunterricht und zur Vertiefung und Ergänzung von Unterrichtsinhalten für Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer anbietet.  
[Letzter Abruf: 10.08.2023]

## Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, An = Anleitung, In = Infotext, Tk = Tippkarte

### Vorbemerkungen

Die begleitende *PowerPoint*-Präsentation zu den Materialien finden Sie im **Online-Archiv**.



---

### 1. Stunde

**Thema:** Durchführung des Rutherford'schen Streuversuchs

<b>M 1 (An)</b>	Ein Modell zum Rutherford'schen Streuversuch
<b>M 2 (An)</b>	Das Goldfolienbauteil
<b>M 3 (Ab)</b>	Protokoll zum Rutherford'schen Streuversuch
<b>M 4 (In)</b>	Die Arbeit mit den Modellen – Anleitung und Tipps

- Benötigt:**
- PowerPoint*-Präsentation
- Baumaterialien für die Rutherford-Modelle:**
- Maxibriefkarton (160 x 110 x 50 mm)
  - Gelbe Pappe (ca. 24 x 10 cm)
  - 7 Edelstahlnägel (25 mm Länge)
  - Breites Klebeband, Tesafilm
  - Holz- oder Metallkugel ( $\varnothing \leq 0,9$  cm)
  - Schwarze Pappe
  - Cuttermesser

---

### 2. Stunde

**Thema:** Ableitung des Kern-Hülle-Modells aus dem Rutherford-Versuch

<b>M 5 (Ab)</b>	Das Ergebnis von Rutherford – Vergleich und Ableitung
<b>M 6 (Tk)</b>	Hilfekarten zur Ableitung des Kern-Hüllen-Modells



---

### Minimalplan

Die Unterrichtseinheit kann auf eine Unterrichtsstunde verkürzt werden. Lassen Sie dafür die Schülerinnen und Schüler ihre Beobachtungen bei der ersten Durchführung des Versuchs handschriftlich festhalten (**M 3** nicht nutzen) und gehen Sie anschließend direkt zu einem Vergleich mit Rutherford (**M 5**) über.

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus:

*Chemie: Das Kern-Hüllen-Modell*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



III.16  
Atombau und Periodensystem  
**Das Kern-Hüllen-Modell – Den Rutherford'schen Streuersuch praktisch durchführen**  
Nach einer Idee von Wolke Angew.

Atombau und der Aufbau des Atoms sind zwei Themen in der 10. Klasse der Sekundarstufe I. In dieser Unterrichtseinheit beschäftigen sich Ihre Schülerinnen und Schüler mit dem Kern-Hüllen-Modell nach dem Rutherford'schen Streuersuch. Dabei wird die Rutherford'sche Streuerexperimente durch den Nachbau in einem Modell praktisch durchgeführt. Im Anschluss sollen die Lernenden das Kern-Hüllen-Modell aus dem durchgeführten Experiment ableiten.

**KOMPETENZPROFIL**

**Klassenstufe:** 10 (10. Jahrgangsstufe)

**Bezug:** 2. Dimension: Struktur des Atoms (S. 11)

**Kompetenzen:** 3. Fachliche Befähigung zur Vertiefung der bisherigen Atommodellierungen (S. 11), 3. Fachliche, wissenschaftliche und soziale Kompetenz: Sich bewußt mit den passenden Modellen unter Verwendung von Fachsprache (S. 11), 3. Individuelle Entwicklung des differenzierten Baus von Atomen aus Atomen und Ionen (S. 11)

**Theoretische Bezüge:** Bestimmung der Streuwinkel, Vorhersage von Streuwinkelverteilung, Atombau, Atombau, Atombau