

## Kapitel 27 Welle und Teilchen

**Frage 59** passt zu den Poolthemen 7 Modelle und Konzepte, 9 Möglichkeiten und Grenzen der Physik, 12 Paradigmenwechsel in der Physik/Entwicklung der Weltbilder, 17 Physik vom Ende des 19. Jahrhunderts bis heute, 19 Physik und Philosophie und 24 Teilchen

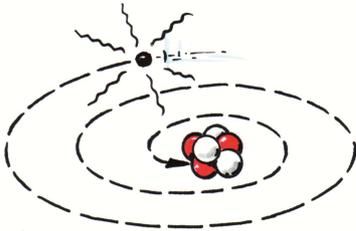
Atommodell	Jahr	stichwortartige Beschreibung
DEMOKRIT	-400	Atome sind unteilbare Kugeln
Thomson weist die Existenz von Elektronen nach		
THOMSON	1897	Elektronen befinden sich wie Rosinen im positiven Atomkuchenteig
Rutherford weist den positiv geladenen Atomkern nach		
RUTHERFORD	1911	um einen positiven Kern kreisen negative Elektronen auf beliebigen Bahnen
Gase haben Linienspektren		
BOHR	1913	wie Rutherford-Modell, aber Elektronen „dürfen“ nur auf bestimmten Bahnen kreisen
Atome strahlen nicht und kollabieren nicht		
HEISENBERG und SCHRÖDINGER	um 1926	Elektronen haben keine Bahnen, sondern Aufenthaltswahrscheinlichkeiten (Orbitale)

**a** Was versteht man unter den Begriffen Paradigma und Paradigmenwechsel? Erkläre die Begriffe an Hand der Entwicklung des Atommodells (siehe Tabelle). Gehe dabei genauer auf die Entdeckungen und Erkenntnisse ein, die zur Änderung des Atommodells geführt haben sowie auf die Modelle selbst.

**W2** Informationen entnehmen  
**E4** Ergebnisse analysieren, interpretieren und durch Modelle abbilden

**b** Welche Probleme ergeben sich aus dem "Kreisen der Elektronen" um den Atomkern? Erkläre in diesem Zusammenhang die Abbildung.

(Quelle: Big Bang 7, ÖBV)



**E2** Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

**c** In der Abbildung siehst du die Flagge der Internationalen Atom-Energie-Behörde IAEA. Welches Modell wurde dargestellt? Welchen Grund hat das und was sieht man daran?

(Quelle: Wikipedia)

**S4** korrekt und folgerichtig argumentieren und Naturwissenschaftliches von Nicht-Naturwissenschaftlichem unterscheiden können

**d** Auf die Frage, wie man sich ein Atom vorstellen soll, hat Werner Heisenberg angeblich einmal geantwortet: „Versuchen Sie es erst gar nicht!“. Stelle einen Zusammenhang zwischen diesem Zitat und Frage **c** her.

**S1** Quellen aus naturwiss. Sicht bewerten und Schlüsse ziehen

### Kommentare

59a: Als Paradigma bezeichnet man die vorherrschende Lehrmeinung bzw. Denkweise und als Paradigmenwechsel, wenn sich die Lehrmeinung ändert. Beim Atom sind diese Paradigmenwechsel sehr gut an den sich ändernden Modellen nachvollziehbar. Die Änderungen an den Modellen waren notwendig, um die Modelle an die "Realität" anzupassen.

59 b: Jede Kreisbahn bedeutet eine beschleunigte Bewegung, also wären auch die kreisenden Elektronen beschleunigt. Beschleunigte Elektronen senden aber generell elektromagnetische Wellen aus. Daher müsste man bei einem Atom diese Strahlung nachweisen können. In der Realität tritt sie aber nicht auf. Außerdem müssten die Elektronen durch die Abstrahlung pausenlos Energie verlieren und auf einer Spiralbahn in den Kern hineinfallen. Auch das widerspricht der Realität.

59c+d: Das quantenmechanische Atommodell entzieht sich weitgehend unserer bildlichen Vorstellung. Die Flagge der Internationalen Atom-Energie-Behörde zeigt ein Atom mit umlaufenden Elektronen, das dem Rutherford'schen bzw. Bohr'schen Atommodell entspricht. Wir wissen seit Mitte der 1920er, dass diese Vorstellung falsch ist! Dieses Modell ist aber das letzte anschauliche, und hat daher so lange überlebt.

## Kapitel 27 Welle und Teilchen

**Frage 60** passt zu den Poolthemen 7 Modelle und Konzepte, 9 Möglichkeiten und Grenzen der Physik, 12 Paradigmenwechsel in der Physik/Entwicklung der Weltbilder, 17 Physik vom Ende des 19. Jahrhunderts bis heute und 24 Teilchen

<p><b>a</b> Das Volumen der Atome entsteht durch die Ortsunschärfe der Elektronen! Erkläre diese Aussage, und überlege dabei mit Hilfe der Abbildung was passiert, wenn ein Elektron auf ein Proton trifft! Welche Rolle spielt dabei die Lokalisationsenergie? (Quelle: Big Bang 7, ÖBV)</p>		<p><b>W2</b> Informationen entnehmen <b>E4</b> Ergebnisse analysieren, interpretieren und durch Modelle abbilden</p>
<p><b>b</b> Herbert Pietschmann schreibt in seinem Buch „Geschichten zur Teilchenphysik“ folgendes: „In der Quantenwelt haben wir oft keine Wahl. Entweder wir machen uns gar keine Vorstellungen (was für optische Menschen schwierig ist), oder unsere Vorstellungen sind falsch. Der einzige Ausweg ist, sich eine falsche Vorstellung zu machen und immer dazu zu denken, wo sie falsch ist.“ Wende dieses Zitat auf den Elektronenspin an.</p>	<p><b>S1</b> Quellen aus naturwiss. Sicht bewerten und Schlüsse ziehen</p>	
	<p><b>c</b> Erkläre, wie die Zacken in der Abb. zu Stande kommen! Warum steigt die Höhe der Zacken immer mehr an? Warum sinkt der Durchmesser der Atome zwischen den Zacken jedoch wieder ab? Warum hat etwa Helium einen kleineren Durchmesser als Wasserstoff?</p> <p>(Quelle: Big Bang 7, ÖBV)</p>	<p><b>W2</b> Informationen entnehmen <b>W4</b> Auswirkungen erfassen und beschreiben</p>
<p><b>d</b> Im Internet kursiert folgender Witz: „Some Helium floates into a bar. The bartender says, ‚Sorry, we don’t serve noble gases here.‘ The helium doesn’t react.“ Was ist der physikalische Hintergrund dieses Internetwitzes?</p>	<p><b>S1</b> Quellen aus naturwiss. Sicht bewerten und Schlüsse ziehen</p>	

### Kommentare

60a: Was passiert, wenn ein Elektron auf ein Proton trifft? Es entsteht ein Wasserstoffatom! Was verhindert den Kollaps des Atoms? Die Unschärferelation! Je näher also das Elektron an das Proton herangezogen wird, desto geringer wird seine Ortsunschärfe und desto größer seine Lokalisationsenergie. Diese summiert sich zur potenziellen Energie, die durch die Anziehung zwischen den Teilchen gegeben ist. Das System Elektron-Proton stellt sich so ein, dass die Energiesumme ein Minimum wird. Daraus ergibt sich aber wiederum eine ganz bestimmte Ortsunschärfe des Elektrons, die dem Radius des Atoms entspricht. Man nennt den Aufenthaltsbereich des Elektrons auch Orbital.

60b: Meistens wird der Teilchenspin mit der Analogie eines kleinen rotierenden Balls erklärt. Man muss sich aber im Klaren sein, dass das nur eine bildliche Hilfskonstruktion ist. Der Ort eines Quants ist generell „unscharf“, und diese können daher auch keine kleinen rotierenden Bälle sein. Man kann zwar Quanten einen Drehimpuls zuordnen, aber so, wie es das Bild des rotierenden Teilchens suggeriert, ist es auf der anderen Seite ganz sicher nicht. Leider gibt es kein besseres Bild davon.

60c: Immer mit dem „Eröffnen“ eines weiteren s-Orbitals steigt der Atomradius sprunghaft an. Weil Atome mit höherer Ordnungszahl mehr Elektronen in den Schalen haben, müssen diese daher auch immer größer werden, und daher werden die „Neues-s-Orbital-Zacken“ immer höher. Warum aber sinkt zwischen den Zacken die Atomgröße wiederum ab? Weil mit Zunahme der Ordnungszahl auch die Anzahl der Ladungen im Kern steigt. Dadurch werden die Elektronen in der Hülle stärker angezogen, und die Orbitale werden kleiner.

60d: Edelgase sind auf Grund ihrer vollen äußeren Schale (2 oder 8 Valenzelektronen) chemisch träge und reagieren daher nicht. „The helium doesn’t react.“ ist daher doppeldeutig.