

## Das Orbitalmodell (IV)

**Materielle Substanzen** scheinen kontinuierlich zusammengesetzt zu sein: Wasser, Metalle, Gase usw. Wegen der Winzigkeit ihrer Bausteine (Atome, Moleküle, Elektronen, Protonen, Neutronen usw.) ist nicht zu erkennen, dass sie eigentlich **diskontinuierlich** (aus einzelnen Teilchen) oder **diskret** aufgebaut sind. Im Gegensatz zur kontinuierlich erscheinenden Materie wurde **Licht** lange Zeit als Wellenbewegung angesehen, die sich mit konstanter Geschwindigkeit im Raum ausbreitet. Die Kontinuitätseigenschaft des Lichts wurde erst mit der **Quantentheorie** (AB „Orbitalmodell II“) in Frage gestellt.

Die umgekehrte Frage - **besitzt die kontinuierlich erscheinende, aber diskret aufgebaute Materie vielleicht auch Welleneigenschaften** - wurde 1924 von dem französischen Physiker **LOUIS DE BROGLIE** (1892-1987) gestellt. De Broglie untersuchte das Modell einer schwingenden Saite mit feststehenden Enden. Diese Saite kann nur mit einem bestimmten Satz von Frequenzen schwingen, nämlich mit einem Grundton, bei dem die ganze Saite als Einheit schwingt und einer Serie von Obertönen mit kürzeren Wellenlängen. Eine Wellenlänge ohne Bildung von Knoten an den Enden gibt keinen möglichen Schwingungszustand. Die Schwingungen einer Saite mit feststehenden Enden, die zur Bildung einer stehenden Welle führen, wird also durch die Randbedingungen quantisiert.

De Broglie übertrug nun diese Vorstellung auf das Bohr'sche Atommodell: Entlang einer Kreisbahn können sich stehende Wellen nur ausbilden, wenn der Bahnumfang ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlängen beträgt. Ist diese Voraussetzung nicht gegeben, löschen sich Wellen von aufeinanderfolgenden Umläufen gegenseitig aus.

Durch die Verknüpfung von  $2 \pi r = n \cdot \lambda$  mit der ursprünglichen Annahme Bohr's zum Drehimpuls  $2 \pi r = n \cdot (h / m \cdot v)$  kam er zu einer Beziehung zwischen der Masse **m** des Elektrons, seiner Geschwindigkeit **v** und seiner Wellenlänge  $\lambda$ :  $\lambda = h / m \cdot v$ . De Broglie sagte: mit jedem Teilchen ist eine Welle verknüpft. Die

**Beugung von Elektronenstrahlen** 1927 durch **DAVIS-SON** und **GERNER** und die Vergleichbarkeit des Ergebnisses mit der Beugung von Röntgenstrahlen war der Beweis für die Richtigkeit der Auffassungen de Broglies. Sind Elektronen nun Teilchen oder Wellen? Sind Lichtstrahlen Teilchen oder Wellen? Elektronen wie ebenso Licht verhalten sich wie Wellen oder Teilchen je nachdem, wie wir sie beobachten. Gestalten wir bestimmte Versuchseinrichtungen so und nicht anderes, beobachten wir Welleneigenschaften oder Teilcheneigenschaften. Beides zusammen ist nicht

gleichzeitig feststellbar (**Komplementaritätsprinzip**), Abb. 12: Beugung von Röntgenstrahlen durch eine Alu-Folie entweder erscheinen sie so, dass wir die Beobachtung

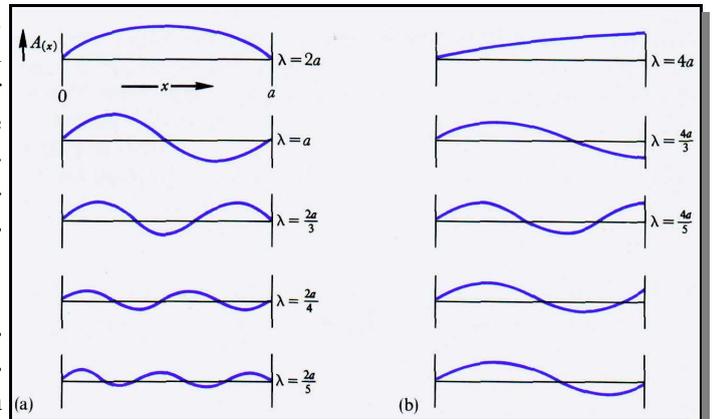


Abb. 10: Schwingende Saite

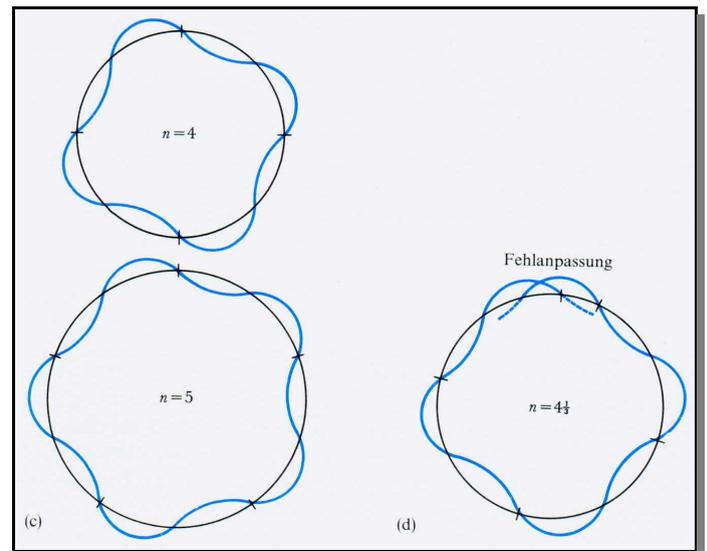


Abb. 11: Elektronenwellen in einer Bohr'schen Umlaufbahn

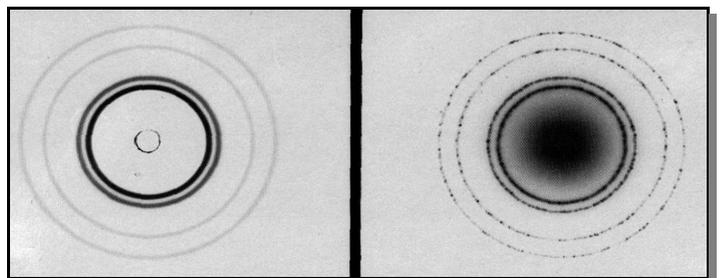


Abb. 12: Beugung von Röntgenstrahlen durch eine Alu-Folie entweder erscheinen sie so, dass wir die Beobachtung

gen als Teilcheneigenschaft interpretieren oder so, dass

wir diese der Welleneigenschaft zuordnen. Elektronen ebenso wie Licht sind weder das eine noch das andere und gleichzeitig beides!