

Herbert Pietschmann, schreibt in seinem Buch „Quantenmechanik verstehen“ (ISBN 3-540-42977; Springer-Verlag): „Das Bohrsche Atommodell widerspricht hinsichtlich seiner quantitativen Voraussagen dem Experiment! ... Der Erfolg der Beziehung ($R_y = m \cdot e^4 / 2\hbar^2$) deutete auf eine richtige Spur, ohne dass alle anderen Probleme beseitigt werden konnten. Es kann nicht genug betont werden, dass das in diesem Modell auch heute noch so ist; das Bohrsche Atommodell hat daher lediglich historische Bedeutung; es beschreibt in keiner Weise die tatsächliche Physik des Atoms! ... **Meines Erachtens nach muss dies im Schulunterricht sehr deutlich dargestellt werden! Wenn Atomphysik über das Bohrsche Atommodell hinaus nicht gelehrt werden kann, dann ist es wohl besser, auch dieses wegzulassen! ...**

... Daher liegen die Unschärfen (Unbestimmtheit) von Ort und Impuls bestenfalls in der gleichen Größenordnung wie die Werte selbst. Ort und Impuls sind daher völlig unbestimmbar und von der Bahn des Elektrons im Atom kann nicht sinnvoll gesprochen werden! Im Atom darf daher nach dem eingangs beschriebenen Prinzip einem Elektron keine Bahn zugeordnet werden.

Dies schien zunächst im Widerspruch zu der bekannten Tatsache, dass sich (freie!) Elektronen sehr wohl auf definierten Bahnen bewegen, wie z.B. in der Brownschen Röhre. Nach einer Anekdote soll Heisenberg dem mit folgendem Bild entgegnet haben: Wenn jemand vor einem Hallenbad steht und dort beobachtet, dass Leute bekleidet ein- und ausgehen, dürfte er daraus nicht schließen, dass sie drinnen mit dem Gewand ins Bad steigen! ...“

... Wenn sich Elektronen im Atom nicht auf Bahnen bewegen, dann können wir den Gedanken zu Ende führen und uns sozusagen ein „...Modell“ konstruieren, dabei wäre der positive Kern – dem Experiment folgend – als (punktförmiges) Zentrum angenommen und die Elektronen wären der „Teig“, der sich kugelförmig um diesen Kern legt. Im Wasserstoffatom ist dann das einzige Elektron als dieser sphärisch symmetrisch angeordnete „Teig“ vorzustellen.

Ein solches Modell widerspricht freilich unserer gewohnten Vorstellung vom Elektron als „Teilchen“, wird aber möglich, weil wir ja auf den Bahnbegriff der Punktmechanik verzichten müssen ...“

Physik Journal 10 (2011) Nr. 11: “... Aus Sicht der Hochschule ist zur Elektronenhülle mit dem Begriff der Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte bereits alles gesagt. Für Schüler ist ein solches Begriffsungehäm dagegen ein unüberwindbares Lernhindernis. Die grundlegende Idee und didaktische Reduktion des Elektronium-Modells besteht gerade darin, die Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte in „Elektronium“ umzubenennen. Das Elektronium wird als mengenartiger Stoff aufgefasst, der im Grundzustand kugelsymmetrisch um den Kern verteilt ist, dessen Dichte nach außen hin abnimmt, und der negative Ladung trägt. Damit wird ein Modell angeboten, das an die tragfähige Kontinuumsvorstellung anknüpft, die sich bereits im vorausgegangenen Unterricht an vielen Stellen bewährt hat. Anhand dieses Modells werden dann die grundlegenden Eigenschaften von Atomen qualitativ erklärt: Der Versuch, Teile des Elektroniums vom Atomkern zu entfernen, führt immer zu Vielfachen einer elementaren Portion des Elektroniums; diese Elementarportion heißt Elektron, hat eine gewisse Masse, negative Ladung und ist ein kleiner Dauermagnet. Die Elementarportion zieht sich in Abwesenheit eines Kerns plötzlich auf einen Punkt zusammen. Das Hinzufügen von Protonen und Elektronen führt zu neuen Atomsorten, mit geringfügig veränderter „Größe“ aber steigender Elektroniumsdichte.

Eine Verformung des Elektroniums benötigt, ähnlich wie die Verformung eines Luftballons, Energie. Das Elektronium kann allerdings in bestimmten Verformungen für eine gewisse Zeit „einrasten“. Hat eine Anregung z.B. durch Photonenbeschuss die „richtige“ Energieportion, so kann das Atom eine Zeit lang in dem verformten, angeregten Zustand verharren und danach die Energieportion wieder abgeben.

Zusammen mit dem Photonenmodell (als Elementarportion des Lichts) lassen sich damit das Zustandekommen charakteristischer Spektren, die Funktionsweise einer Leuchtstoffröhre oder das Leuchten von Flammen erklären.

Das Ersetzen des abstrakten Begriffs der Aufenthaltswahrscheinlichkeit durch das Elektronium führt zu einer gewissen Anschaulichkeit der komplexen Quantenphysik der Atome, weil an die verbreitete Alltagsvorstellung eines kontinuierlichen Stoffs angeknüpft wird. Gleichzeitig erlaubt es das Elektronium-Modell zumindest teilweise, den Ausgang einzelner Experimente qualitativ vorherzusagen. ...“

Arbeitsauftrag

- [01] Diskutieren Sie mit Ihrem Team alle „Atommodelle“, die Sie in Ihrem Unterricht an dieser Schule kennengelernt haben.
- [02] Recherchieren Sie mit Ihrem Atoma
- [03] Erstellen Sie eine Tabelle, in der Sie alle diese Modelle auflisten – und in der die Eigenschaften deutlich werden, die diese Modelle „gut“ beschreiben – und wo ihre Grenzen liegen.
- [04] Diskutieren Sie den obigen Text – wie passt er zu Ihrem bisherigen Wissen?
- [05] Können Sie die Frage beantworten, was man unter einem „zeitgemäßen Atommodell“ versteht.