

Rutherfords Atom

Im Jahre 1871 wurde Ernest Rutherford in eine arme Familie in Neuseeland geboren. Als der junge „Ern“, wie ihn seine Familie nannte, sein erstes Wissenschaftsbuch im Alter von zehn Jahren bekam, war er sofort Feuer und Flamme dafür; nichtsdestotrotz musste er weiterhin Arbeit auf der Farm verrichten. Er war sehr fleißig und schaffte es sogar, Universitätsstipendien zu erhalten. Während seiner Zeit an der Universität in Neuseeland, untersuchte und entwickelte er Hochfrequenz-Elektrokreisbahnen und arbeitete mit Radiowellen. Nachdem er die Uni mit einem Masterabschluss absolviert hatte, sah er sich nach einer Arbeit als Lehrer um. Offensichtlich schien er nicht besonders gut darin gewesen zu sein, denn auch nach seinem dritten Versuch, konnte er keine dauerhafte Arbeit bekommen. Als er sich in die schöne Mary Newton verliebte, stellte er fest, dass die beiden sich ohne eine gute Arbeit keine Heirat leisten könnten. Da er bei der Arbeitssuche scheiterte, kehrte er zurück auf die Farm seiner Eltern, um dort zu helfen.

Zur gleichen Zeit bewarb Ernest sich für ein wissenschaftliches Forschungsstipendium, mithilfe dessen er dazu in der Lage wäre, überall auf der Welt seine Doktorarbeit zu schreiben. Er war auf dem Feld und grub Kartoffeln aus, als seine Mutter mit den Neuigkeiten angehrant kam: „Ern, du wirst es nicht glauben – du hast das Stipendium bekommen!“ Der 24-Jährige ließ seine Kartoffelgabel fallen und sagte: „Das ist die letzte Kartoffel, die ich jemals ausgraben werde!“ Was für ein bedeutender Glücksfall – obwohl er im Stipendiumswettbewerb nur den zweiten Platz erlangte, wurde der Preis ihm verliehen, da der Gewinner sich dazu entschlossen hatte, diesen nicht anzunehmen.

Der zweite bedeutende Wandel in seinem Leben ereignete sich, als er Professor J.J. Thompson (bei seinen Studenten bekannt als JJ) aus dem Cavendish Labor der Cambridge Universität als seinen Doktorvater wählte. Cambridge hatte gerade den neuen „Doktor der Philosophie“ – Abschluss eingeführt und Rutherford gehörte zu den ersten, die diesen Abschluss erhielten. 1898, im Alter von 27 Jahren, bekam Rutherford mit JJ's Hilfe seine erste Arbeit als Professor an der McGill Universität in Montreal, Kanada. Nun war er endlich in der Lage, seine liebste Mary zu heiraten, die die ganze Zeit auf ihn gewartet hatte.

An der McGill machte Rutherford seine erste große Entdeckung – dass das Atom aus verschiedenen Bestandteilen zusammengesetzt ist und dass es seine Eigenschaften verändern kann. Einer dieser Bestandteile, die er entdeckte und identifizierte, war das Alphateilchen, was eigentlich nur ein Heliumatom ist, dessen Elektronen fehlen. Seine Entdeckungen in diesem Bereich wurden als so wichtig angesehen,

dass er 1908 den Nobelpreis in Chemie erhielt, „für seine Untersuchungen des Zerfalls von Elementen, und der Chemie radioaktiver Substanzen“. Danach wurde er dazu überredet, nach Manchester in England zu ziehen, um dort seine zweite Arbeit als leitender Professor der Physik anzunehmen.

An einem Frühlingstag im März 1909 saß Ernest Rutherford an seinem Schreibtisch, tief in Gedanken versunken. Er begriff, dass er eine Stufe des Erfolgs erreicht hatte, von der andere Wissenschaftler nur träumen könnten – ein Nobelpreis mit 27 Jahren! Warum hatte er dann immer noch diese quälenden Gedanken der Unzufriedenheit? „Trotz all den Dingen, die ich entdeckt habe, habe ich dennoch keinen blässen Schimmer davon, wie ein Atom wirklich aussieht“, grübelte er. „Ich werde JJ's Theorie, dass das Atom eine Art Tropfen mit mehr oder weniger gleichmäßig verteilter positiver und negativer Ladung sei, sicherlich nicht akzeptieren.“ Seine Gedanken gingen zurück zu seinem Experiment, bei dem er Alphateilchen auf ein Stück Glimmer schoss und auf der anderen Seite mit einer Fotoplatte ein Bild des Strahls machte. Eigentlich sollte ein scharfer heller Punkt entstehen, doch das war nicht der Fall; alles war verschwommen. Warum? Das Herz des Atoms konnte sicherlich nicht positiv geladen und konzentriert auf einen kleinen Bereich sein, oder etwa doch? Die Alphateilchen wurden bestimmt nicht wie Murmeln vom Mittelpunkt des Atoms weggestoßen, oder doch?

Rutherfords Gedanken wurden von einem zaghaften Klopfen an der Tür unterbrochen. „Kommen Sie herein!“, dröhnte seine Stimme. Sein Forschungsmitarbeiter Hans Geiger betrat den Raum mit einem jungen Mann im Schlepp-

tau, den Rutherford noch nie zuvor gesehen hatte.

„Professor, das ist Ernest Marsden, einer unserer Studenten, der für ein Forschungsprojekt für Studenten ohne Abschluss benötigt wird. Ich habe ihm radioaktive Methoden beigebracht. Denken Sie, er könnte ein kleines Forschungsprogramm mit uns beginnen?“ Hans sprach mit einem ausgeprägten deutschen Akzent, da er erst kürzlich aus Deutschland angereist war, um das John Harling Forschungsstipendium wahrzunehmen, damit er mit Rutherford arbeiten konnte.

„Ich denke, das ist eine gute Idee, vorausgesetzt Ernest ist gewillt, an der mühsamen Aufgabe der Beobachtung von Szintillationen zu arbeiten.“

„Szin- Szintillationen, Herr Professor? Was ist das?“, stotterte Ernest.

„Das sind die kleinen Lichtblitze, die entstehen, wenn Alphateilchen auf eine fluoreszierende Oberfläche treffen. Natürlich können Sie diese nicht sehen, sofern sie kein Mikroskop benutzen, und Ihre Augen können sie auch erst wahrnehmen, wenn Sie zunächst für mindestens eine halbe Stunde mit geöffneten Augen in völliger Dunkelheit gesessen haben. Anschließend müssen Sie darauf vorbereitet sein, in ein Mikroskop zu schauen ohne dabei zu blinzeln und Sie müssen ihre Augen für mindestens zwei Minuten offen halten. Währenddessen zählen Sie alle Blitze, die Sie sehen können. Das ist keine leichte Aufgabe!“

„Herr, ich bin bereit!“, antwortete der junge Marsden.

Rutherford hatte plötzlich einen Geistesblitz. „Warum nehmen wir dann nicht Marsden, um nach Alphateilchen zu schauen, die im großen Winkel gestreut werden? Das wurde noch nie zuvor getan!“

„Abgemacht“, sagte Geiger.

„Dann werden wir mal loslegen“, antwortete Rutherford, und Marsden nickte. Rutherford sah trotzdem bedröppelt aus. Was er nicht gesagt hatte war, dass er kein Vertrauen darin hatte, dass Marsden erfolgreich sein würde. Was, wenn er scheitern würde? Wie würde sich

das auf die zukünftigen Untersuchungen von Studenten auswirken?

Drei Tage später saß Rutherford wie gewohnt am Schreibtisch, schrieb etwas, und wurde von einem lauten Klopfen an der Tür unterbrochen. Rutherford sprang auf und seine Konzentration war dahin. „Kommen Sie herein!“, sagte er mit seiner wie üblich dröhnenden Stimme.

Die Tür schleuderte auf und Geiger stiefelte in einem offensichtlich aufgeregten Zustand hinein. „Professor, Professor, wir haben die unglaublichste Entdeckung überhaupt gemacht – einige der Alphateilchen bewegen sich zurück Richtung Quelle!“

Einen Moment lang fehlten Rutherford die Worte. Dann antwortete er: „Hans, erklären Sie das näher!“

Geiger fuhr fort: „Wir haben eine Radiumquelle benutzt, um Alphateilchen auf eine Goldfolie zu schießen, die auf einer dünnen Glasplatte befestigt wurde, und herausgefunden, dass etwa eines von 20.000 Alphateilchen seine Richtung in so einem Ausmaß geändert hat, dass es wieder auf der Einfallsseite zu finden war.“

Rutherford war verblüfft. „Das ist unfassbar. Wenn das Atom in der Tat so ist, wie JJ es sagt, dann wäre dieser Versuch gleichbedeutend mit einer 15-Zoll Artilleriegranate, die man auf eine Zielscheibe aus einem Stück Taschentuch schießen würde, wovon sie allerdings abprallt und sich zurück Richtung Schütze bewegt!“

Geiger lachte: „Auf diese Art und Weise habe ich darüber noch gar nicht nachgedacht.“

Rutherfords Augen leuchteten auf, als er mit sich selbst sprach: „Das bedeutet, dass wir in der Tat unser Bild vom Atom korrigieren müssen. Ich frage mich...“

Geiger unterbrach ihn: „Herr Professor, sollen wir den Versuch zu Ende führen und ihn für eine Veröffentlichung zu Papier bringen?“

„Ja, gewiss. Wir müssen uns sputen.“

Die nachfolgenden zwei Jahre gingen wie ein Wirbelsturm vorüber. Experiment für Experiment wurden mehr Einzelheiten über die

Streuung von Alphateilchen, die Materie passierten, enthüllt. Es war der Sonntag vor Weihnachten im Jahre 1911 und die Rutherfords hatten sich dazu entschlossen, ein Weihnachtsessen für ihre Freunde und Kollegen zu veranstalten. Nach dem Abendessen servierte Mrs. Rutherford den traditionellen Weihnachts-Plumpudding. Anstatt sofort zu essen, starrte Rutherford seinen Pudding nur an.

„Ist etwas nicht in Ordnung, Liebling? Warum isst du deinen Pudding nicht?“, fragte Mrs. Rutherford.

Rutherford ignorierte ihre Frage untypischer Weise und begann stattdessen, ganz aufgeregt zu erzählen: „Jetzt sehe ich, warum JJs Modell nicht richtig sein kann, und wie das Atom tatsächlich aufgebaut sein muss. Es kann nicht so wie dieser Pudding sein, mit den Pflaumen, also den positiven Ladungen, und dem Teig, der die negativen Ladungen darstellt. Die positive Ladung muss in einem kleinen Bereich in der Mitte konzentriert sein, und die negative Ladung muss sich beispielsweise wie eine Wolke um das Zentrum verteilen.“

Die Gäste waren entsprechend beeindruckt von Rutherfords Erkenntnis und eine angeregte Unterhaltung ging vonstatten. Am nächsten Morgen traf Rutherford sich wie gewöhnlich mit Geiger im Labor.

Triumphierend verkündete Rutherford: „Hans, ich weiß, wie das Atom aussieht und wie wir den großen Streuwinkel der Alphateilchen erklären müssen. Der Großteil der Masse ist in Form von positiver Ladung nahe dem Zentrum geballt. Die negativ geladenen Teilchen, also die Elektronen, sind viel kleiner und weiter weg vom Mittelpunkt.“

Geiger schien irgendwie besorgt zu sein: „Professor, das ist sicherlich eine revolutionäre Idee, die aber nicht besonders freundlich von JJ angesehen werden wird.“

Selbstvertrauen erklang in Rutherfords Stimme: „Wenn JJ keine eigene Theorie vorstellen würde, müsste er zugeben, dass ich Recht habe, da die Beweise sehr stark gegen ihn sprechen.“

Rutherford veröffentlichte die Einzelheiten seines neuen Atommodells, doch nicht viele Menschen glaubten ihm zu Beginn. Die Situation änderte sich jedoch, als Niels Bohr sich Rutherford anschloss und sein Bohr'sches Atommodell entwickelte, das eine Verfeinerung von Rutherfords Vorstellungen und darüber hinaus das erste Modell war, welches das Atom so erklärte, dass es mit allen bekannten Beobachtungen übereinstimmte.

Dies ist die Geschichte von der Entstehung der Idee des Kern-Hülle-Atommodells, doch erst zwei Jahre später machte Rutherford das erste Mal Gebrauch von dem Wort „nucleus“, um die Mitte des Atoms zu beschreiben.

Bibliographie

Geiger, H., & Marsden, E. (1909). On a diffuse reflection of the alpha particles. *Proceedings of the Royal Society of London A*, 82, 495–500.

Moon, P. B. (1974). *Ernest Rutherford and the Atom*. London: Priory Press Limited.

Niaz, M. (1998). From cathode rays to alpha particles to quantum of action: A rational reconstruction of structure of the atom and its implications for chemistry textbooks. *Science Education*, 82, 527–552.

Reeves, R. (2008). *A Force of Nature: The frontier Genius of Ernest Rutherford*. New York, N.Y.: W. W. Norton & Company, Inc.

Rutherford, E. (1911). The scattering of alpha and beta particles by matter and the structure of the atom. *Philosophical Magazine*, 21, 669–688.

Wilson, D. (1983). *Rutherford: Simple genius*. Cambridge, MA: MIT Press

Rutherfords Atom was edited by Cathrine Froese Klassen and was translated by Vanessa Schmid and it is based, in part, on **Historical Background: Atoms** written by Peter Heering and on **Biography: Ernest Rutherford, 1st Baron Rutherford of Nelson** written by Elżbieta Kawecka and Marta Kawecka.

Rutherfords Atom was written by Stephen Klassen with the support of the European Commission (project 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP) and The University of Winnipeg, Canada. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.