

Marie und Pierre Curie

Einleitung

Marie und Pierre Curie, französische Physiker, untersuchten in gemeinschaftlichen Forschungsarbeiten die Strahlung chemischer Elemente und entdeckten 1896 die neuen Elemente Polonium und Radium. Ihre Forschungsarbeiten wurden durch die 1895 von Becquerel entdeckte Strahlung von Uransalzen initiiert. Mit den Ergebnissen ihrer Forschungsarbeiten legten sie eine der Grundlagen für die moderne Kernphysik. 1903 erhielten sie zusammen mit Becquerel den Nobelpreis für Physik. Marie Curie erhielt zusätzlich 1911 den Nobelpreis für Chemie.

Marie erlangte in der Naturwissenschaft als erste Frau internationales Ansehen.

Marie Curie

1867 Marie wurde am 7. November als Maria Salomee Sklodowska, Tochter eines Mathematik- und Physikprofessors, in Warschau geboren. Sie besucht ein Lyzeum in Warschau

1883 schloss Marie das Gymnasium mit Auszeichnung ab. Der Zugang zu einem Studium war ihr jedoch versagt, weil Frauen zu dieser Zeit in Polen der Zugang zur Universität nicht erlaubt war.

1884 nach einem Jahr Erholung auf dem Land - aus gesundheitlichen Gründen -, kehrte Marie nach Warschau zurück und gab Schülern Nachhilfeunterricht.

Sie nahm an den Lehrveranstaltungen der illegalen „Freien Universität“ teil.

Diese Vereinigung war eine Gründung junger Polen, um Vorlesungen in polnischer Sprache zu halten. Da zu dieser Zeit Polen unter russischer Verwaltung stand, war die Amts- und Schulsprache russisch. Lehrveranstaltungen in polnisch waren verboten. Um nicht von den russischen Behörden verhaftet zu werden, fanden die Zusammenkünfte an wechselnden Orten statt. Deshalb wurde sie auch „Fliegende Universität“ genannt.

1885 Marie Sklodowska nahm eine Stelle als Erzieherin und Gouvernante an, um ihrer Schwester ein Studium in Paris zu ermöglichen. Frankreich war eines der wenigen Länder, in denen auch Frauen an Universitäten studieren konnten.

1891 folgte Marie ihrer Schwester nach Paris, um dort zu studieren. Sie belegt in der Mathematisch-Physikalischen Fakultät das Hauptfach Physik und zusätzlich die Fächer Mathematik und Physik.

1893 legte Marie Curie die Abschlussprüfung in Physik ab und belegte dabei den ersten Platz. In Mathematik wurde sie Zweitbeste. Danach wird sie Doktorandin bei dem Physiker Antoine Henri Becquerelle.



Marie Curie (1867– 1934)

Pierre Curie

1859 Pierre Curie wurde am 15. Mai in Paris als Sohn eines Arztes geboren.

Er besuchte weder eine Grundschule noch ein Gymnasium. Seine Eltern, sein Bruder und ab 1873 unterrichteten ihn der bekannte Mathematiker A. Bazille. Durch seine rasche Auffassungsgabe bestand er mit 16 Jahren das Abitur.

1875 Beginn des Physikstudiums an der Sorbonne in Paris.

1877 Mit 18 Jahren schloss er das Studium mit dem Lizenziat ab.

1878 trat Pierre Curie eine Assistentenstelle an der Sorbonne bei Professor Leroux an. Seine Tätigkeiten waren die Versuchsvorbereitungen für die Physikvorlesungen und die Leitung von Seminaren in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät. Daneben beschäftigte er sich mit der Bestimmung der Wellenlängen von Infrarotstrahlungen.

Neben dieser Tätigkeit forschte Pierre mit seinem Bruder Jacques, der als Assistent am Mineralischen Institut in Paris beschäftigt war, auf dem Gebiet der Kristallquarze. Dabei entdeckten sie, dass bestimmte Kristallquarze bei mechanischem Druck eine Spannung erzeugen und bei dem Anlegen einer Spannung sich mechanisch zusammenziehen.

1880 stellten Pierre und Jacques der Öffentlichkeit ihre Entdeckung vor. Sie nannten das Phänomen „Piezoelektrischer Effekt“.

Die Brüder entwickelten auf der Basis dieses Effektes ein piezoelektrisches Quarz-Elektrometer, mit dem sehr kleine Ströme gemessen werden können. Dieses Instrument diente Marie Curie bei ihren späteren Forschungsarbeiten zur Bestimmung der radioaktiven Strahlung. Heute werden Kristalle mit dem Piezoeffekt in Mikrofonen, Quarzuhren und weiteren Bauelementen (Dehnungstreifen usw.) eingesetzt.

1883 wechselte Pierre Curie als Laborleiter an die Hochschule für Industrielle Physik und Chemie in Paris. An dieser Schule arbeitete er 24 Jahre, zuerst als Laborleiter, dann als Professor.

1891 Pierre Curie begann die magnetischen Eigenschaften von Metallen bei Temperaturen bis zu $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu erforschen. Seine Forschungsarbeiten führten zu Ergebnissen, die sich in den zwei folgenden Gesetzen niederschlugen:

1. Curiesches Gesetz: Das Verhältnis der Magnetisierung zur magnetischen Feldstärke paramagnetischer Stoffe ist umgekehrt proportional zur absoluten Temperatur.
2. Curie-Temperatur: Ferromagnetische Stoffe verlieren oberhalb dieser Temperatur ihre magnetische Eigenschaft und werden paramagnetisch.

1895 hat er seine Dissertation mit dem Thema „Magnetische Eigenschaften von Substanzen im Temperaturbereich zwischen 25 und $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ fertig gestellt.

1895 26. Juni heirateten Marie und Pierre Curie.



Piere Curie (1859-1906)

Forschung

1895 entdeckte Röntgen die Röntgenstrahlung, die er X-Strahlen (X-Rays) nannte, eine bis heute außerhalb Deutschlands übliche Bezeichnung. Die Entdeckung der Röntgenstrahlung wurde von den Wissenschaftlern mit großer Aufmerksamkeit zur Kenntnis genommen. Röntgen durchleuchtete mit den Röntgenstrahlen die Hand seiner Frau und stellte damit die erste Röntgenaufnahme her.



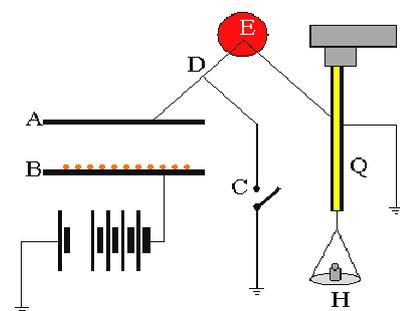
1896 Unmittelbar nach Entdeckung der Röntgenstrahlung gelang Becquerel bei der Untersuchung der Phosphoreszenz von Uranverbindungen der Nachweis einer bisher unbekannt Art von Strahlung, die sich, unabhängig von allen äußeren Einflüssen, durch Schwärzung von fotografischen Platten bemerkbar machte. Damit gab es zu der von Röntgen entdeckten künstlichen Strahlen die von Becquerel nachgewiesene natürliche Strahlung. Außer dem Nachweis gab es keine Erklärung, wodurch diese Strahlungen verursacht werden.

Im März legte Becquerel der Französischen Akademie der Wissenschaften einen Bericht vor, der aber weitgehend unbeachtet blieb.

Marie Curie bekam Kenntnis von Becquerels Forschungsergebnissen und überlegte, woher diese Strahlung kommen könnte und beschloss, die von Becquerel gefundene Strahlung zum Thema ihrer Doktorarbeit zu machen.

Sie begann die Strahlung des Urans in seinen verschiedenen Verbindungen zu untersuchen und stellte keinen Unterschied in der Strahlungsstärke pro Einheit bei verschiedenen chemischen Uranverbindungen fest. Aber, je größer der Uranbestandteil in den Verbindungen war, desto größer war die Strahlung, während Beleuchtung und Temperatur keinen Einfluss hatten. Marie und Pierre Curie vermuteten deshalb, dass die Strahlung eine Eigenschaft des Atoms sei, was sich später als richtig erwies.

Im Gegensatz zum Nachweis von Strahlung mit fotografischem Papier, benutzte Marie Curie das von ihrem Mann erfundene, nach dem piezoelektrischen Prinzip arbeitende, Quarz-Elektrometer. Damit konnte die Strahlung nicht nur festgestellt, sondern gemessen werden. Die Art dieser Messung war wesentlich effizienter als die radiografische Methode.



Piezoelektrisches Quarz-Elektrometer

1897 begannen Marie und Pierre Curie mit Untersuchungen zum Nachweis, dass auch andere Materialien die Eigenschaften von Uran haben. Während dieser Forschungsarbeiten entdeckten sie gleichzeitig mit dem Physiker Schmidt die

Strahlungseigenschaften von Thoriumverbindungen, die den Uranstrahlungen ähnlich sind. Genau wie bei den Uranverbindungen schienen die Strahlen von dem Element Thorium auszugehen.

Es stellte sich mit diesen Entdeckungen die Notwendigkeit heraus, den neuen Strahlen einen Namen zu geben. Marie Curie verwarf den Vorschlag, sie „Becquerelstrahlung“ zu nennen, sondern nannte die Eigenschaft der Elemente „Radioaktivität“ und die Elemente, die strahlen, „radioaktiv“. Die Namensgebung wurde mit der Entdeckung des Poloniums veröffentlicht.

Marie und Pierre Curie untersuchten weitere Materialien wie Pechblende aus verschiedenen Gebieten, Chalkolith, Autunit usw. Sämtliche strahlenden Materialien enthielten Uran. Einige Materialien strahlten wider Erwarten stärker als Uran. Mit den bisherigen Forschungsergebnissen stimmte diese Auswertung nicht überein.

Um diesen Widerspruch aufzuklären, stellten sie reines Chalkolith her, das eine normale Radioaktivität hatte (ca. 2 x schwächer als Uran), während die vorher gemessene Chalkolithverbindung mit zweifacher Intensität des Urans strahlte. Marie und Pierre Curie schlossen aus den Ergebnissen, dass die Pechblenden (drei- bis vierfache Intensität der Uranstrahlung), das Chalkolith und Autunit in geringer Menge eine stark strahlende Materie enthalten muss, die von den bekannten Elementen – Uran und Thorium – verschieden ist.

Da die Analysen der Mineralien auf 1...2% genau durchgeführt werden konnten, so war nach Pierre Curie zu vermuten, dass nur geringe Mengen des neuen Elements aus dem zu untersuchenden Material zu gewinnen wäre, d. h., aus 100 g Pechblende wäre ca. 1 g Polonium zu gewinnen. Die Wirklichkeit sah anders aus. Aus 30.000 t Pechblende war, wie später festgestellt, nur 1 g Polonium zu extrahieren, und mehrere Tonnen Pechblende mussten getrennt werden, um 1 g Radium zu gewinnen.

Aufgrund der bisherigen Untersuchungen wurde beschlossen, das neue vermutete Element aus der Pechblende zu extrahieren. Die Untersuchung wurde wie folgt durchgeführt:

Nach Trennung der Substanzen in seine Produkte wurde eine radioaktive Messung vorgenommen und der am stärksten strahlende Teil weiter getrennt.

Nach Trennung der Pechblende blieben zwei erhöht strahlende Substanzen übrig, Wismut und Bariumsulfat. Käufliches Wismut und Bariumsulfat zeigten jedoch keine strahlende Aktivität. Marie und Pierre Curie sahen dies als Beweis an, zwei neue radioaktive Elemente vor sich zu haben. Sie nannten das Wismut begleitende Element Polonium (nach ihrem Geburtsland Polen) und das dem Bariumsulfat verbundene Element Radium. Später ist ein drittes strahlendes Element in der Pechblende von Debierne entdeckt worden, das er Aktinium nannte.

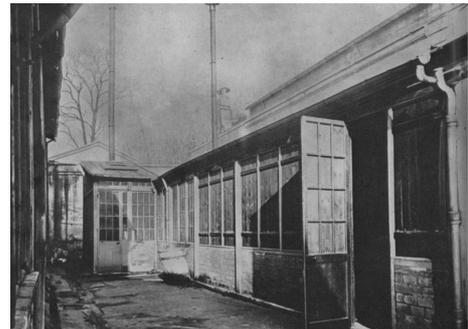
Die gesundheitlichen Schädigungen durch die radioaktive Strahlung waren damals noch nicht bekannt. Deshalb wurden auch keine Schutzvorrichtungen bei den Untersuchungen mit den strahlenden Materialien vorgenommen. Es zeigten sich deshalb bei Marie Curie die ersten Anzeichen von Strahlenschäden.

- 1897 Geburt ihrer Tochter Irène, die 1935 mit ihrem Ehemann Frédéric Joliot-Curie den Nobelpreis für Chemie erhielt.
- 1898 Im Juli und Dezember veröffentlichten Marie und Pierre Curie die Ergebnisse ihrer Forschung und gaben ihrer Vermutung Ausdruck, dass die aus der Pechblende gewonnenen Substanzen neue, noch nicht bekannte Metalle enthalten, die sie Polonium und Radium nannten.
- 1899 begannen Marie und Pierre Curie mit der Trennung von Pechblende, um die vermuteten Elemente Polonium und Radium zu extrahieren. Da die Arbeiten zeit- und arbeitsaufwendig waren, beschlossen sie, eine Arbeitsteilung vorzunehmen. Während Marie den Trennungsprozess durchführte, erforschte Pierre die physikalischen Grundlagen.

Zur Gewinnung von reinem Radium und Polonium waren größere Mengen von Pechblende erforderlich. Mithilfe der österreichischen Regierung konnten die Curies 60 Tonnen Uranrückstände aus der St. Joachimsthaler Mine in Böhmen erhalten. Eine erste Trennung des Materials fand in einem befreundeten Betrieb statt. Trotzdem waren noch größere Mengen zu verarbeiten, um endlich 1902 Radium- und Poloniumverbindungen zu erhalten, deren Radioaktivität bedeutend stärker war als die von Uran. Mit diesen Präparaten konnten die Atomgewichte von Radium und Polonium bestimmt werden. Bis zur Herstellung eines reinen Radiumchlorids vergingen noch einmal fünf Jahre.

Die Arbeiten zur Trennung der Uranrückstände hatten kaum noch einen Laborcharakter. Es mussten große Mengen von Uranrückständen verarbeitet werden. Der Direktor der Hochschule für Industrielle Physik und Chemie, an der Pierre Curie als Laborleiter arbeitete, stellte einen Schuppen in der Schule zur Verfügung. Hier mussten die Curies unter primitiven Umständen ihre Forschungsarbeiten durchführen. Im Sommer war der Raum heiß wie ein Treibhaus, während des Winters eiskalt. Durch das Dach tropfte Regenwasser in den Raum.

Der deutsche Chemiker Wilhelm Ostwald: "Es war eine Kreuzung zwischen Stall und Kartoffelacker, und wenn ich nicht die chemischen Apparate auf dem Arbeitstisch gesehen hätte, hätte ich das Ganze für einen Witz gehalten".



Laboratorium

Ebenfalls 1899 gelang Rutherford der Nachweis, dass die Uranstrahlung sich aus zwei Anteilen, der α - und β -Strahlung zusammensetzt: die α -Strahlung besteht aus zweifach positiv geladenen Helium-Ionen, die β -Strahlung ist eine Röntgenstrahlung mit kleiner Wellenlänge. Marie Curies Überlegungen gingen ebenfalls in diese Richtung. Rutherford konnte jedoch seine Ergebnisse früher veröffentlichen.

In diesem Jahr entdeckten Marie und Pierre Curie die „Induzierte Radioaktivität“. Während der Untersuchung radioaktiver Substanzen beobachteten sie, dass alle nicht radioaktiven Gegenstände, die sich in der Nähe von radiumhaltigen Salzen befanden, selbst radioaktiv wurden. Die Radioaktivität ließ allerdings nach einiger Zeit nach.

Marie Curie nahm eine Lehrertätigkeit an der École Normale Supérieure für Mädchen in Sévres an. Dort führte sie im Unterricht die Methode der experimentellen Demonstrationen ein.

1903 Am 25. Juni legte Marie Curie an der Sorbonne ihre mündliche Doktorprüfung in Physik ab. Die Dissertation trug den Titel „Forschung über radioaktive Stoffe“.

Im November erhielten Marie und Pierre Curie „als Anerkennung des außerordentlichen Verdienstes, das sie sich durch ihre gemeinsamen Arbeiten über die von H. Becquerel entdeckten Stählungsphänomene erworben haben“ zusammen mit Becquerel den Nobelpreis für Physik. Becquerel erhielt die Auszeichnung "als Anerkennung des außerordentlichen Verdienstes, das er sich durch die Entdeckung der spontanen Radioaktivität erworben hat".

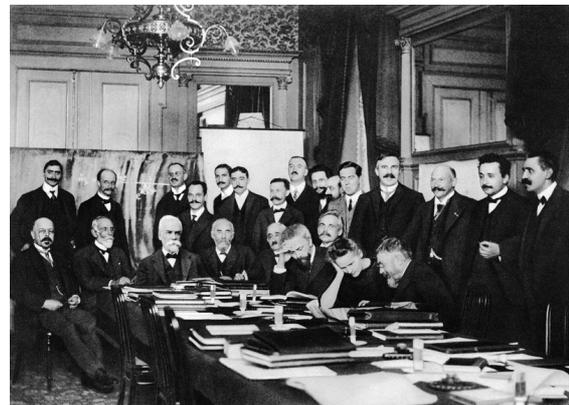
1904 Pierre Curie erhielt einen Lehrstuhl für Physik an der Sorbonne in Paris.

1906 Am 19. April kam Pierre Curie bei einem Verkehrsunfall ums Leben. Er wurde von einem Pferdewagen überfahren. Marie Curie führte daraufhin die Vorlesungen ihres Mannes an der Universität weiter. Sie war die erste Frau, die an der Sorbonne lehrte.

1908 wurde sie zur ordentlichen Professorin ernannt.

1911 wurde Marie Curie aufgefordert, sich zur Aufnahme in die Akademie der Wissenschaften zu bewerben. Trotz ihrer weltweiten Anerkennung für ihre wissenschaftlichen Forschungen und Entdeckungen unterlag sie ihrem Mitbewerber. Dabei soll die öffentliche Aufmerksamkeit ihrer privaten Beziehungen zu einem Physikerkollegen mitgespielt haben. Marie Curie hat sich nie wieder um eine Aufnahme beworben.

Marie Curie nahm als einzige Wissenschaftlerin an dem internationalen Kongress in Brüssel teil, wo alle bedeutenden Wissenschaftler zusammentrafen.



**Internat. Solvay-Institut für Physik
1. Physik-Kongress, Brüssel 1911**

Im Dezember erhielt sie "als Anerkennung des Verdienstes, das sie sich um die Entwicklung der Chemie erworben hat durch die Entdeckung der Elemente Radium und Polonium, durch die Charakterisierung des Radiums und dessen Isolierung in metallischem Zustand und durch ihre Untersuchungen über die Natur und die chemischen Verbindungen dieses wichtigen Elements" den Nobelpreis für Chemie.

Damit ist sie eine der wenigen Personen, die zwei Nobelpreise in den Naturwissenschaften bekommen haben.

1914 Marie Curie wurde Leiterin des Radium-Instituts an der Pariser Universität Sorbonne.

1918 Gemeinsam mit ihrer Tochter Irène entwickelt sie im Ersten Weltkrieg eine mobile Röntgenstation. Sie selbst steuerte einen dieser Wagen an der Front. In diesen Wagen konnten die Verletzten vor Ort untersucht werden.



Nach dem Krieg nahm sie ihre Forschungstätigkeit am Radium-Institut wieder auf, und unter ihrer Leitung entwickelt sich das Institut zu einem Zentrum der Nuklearphysik.

Aufgrund ihrer weltweiten wissenschaftlichen Anerkennung hielt Marie Curie Vorlesungen in vielen Ländern.

In Begleitung ihrer beiden Töchter bereiste sie 1921 die Vereinigten Staaten von Amerika. Der Präsident, Warren G. Harding, überreichte ihr als Anerkennung ihrer Forschungsleistung ein Gramm Radium, dessen Kauf durch amerikanische Frauen finanziert wurde.

1922 wurde Marie Curie Mitglied der Akademie für Medizin in Paris.

1932 Übergabe des Radium-Instituts an ihre Tochter Irène Joliot-Curie

1934 Am 4. Juli starb Marie Curie in Sancellemoz (Savoyen) an Leukämie, einer Folge ihrer langjährigen Kontakte mit stark strahlenden radioaktiven Materialien.

Literatur

Peter Ksoll/Fritz Vögtle: Marie Curie
Robert Reid: Marie Curie
Eve Curie : Madame Curie
Ulla Fölsing : Marie Curie
Mme. P. Curie : Die Radioaktivität
Robert Reid : Marie Curie