

Maria, die herausragende Pionierin der Radioaktivitätsforschung

Das lange 19. Jahrhundert neigt sich seinem Ende zu, Polen als Land hat aufgehört zu existieren. Es ist aufgeteilt zwischen Österreich, Preußen und Russland. Was bleibt, ist das Gefühl vieler Menschen, zur polnischen Nation zu gehören, deren Kultur von allen drei Besatzungsmächten unterdrückt wird. In diese Zeit fällt die Geburt der Polin Maria Skłodowska. Ihre Geburtsstadt Warschau ist dem Russischen Reich zugeschlagen worden. Es darf offiziell nur russisch gesprochen werden, polnische Schulen sind verboten. Nichtsdestoweniger beendet Maria die Sekundarschule im Alter von 15 Jahren als beste Schülerin ihrer Klasse. Sie wird mit einer goldenen Medaille ausgezeichnet.

Wie wird ihr Leben wohl weitergehen? Die Mehrheit der Mädchen ihres Alters denkt zu jenen Zeiten vermutlich an Heirat. Sie aber träumt davon sich weiter zu bilden – sie möchte Wissenschaftlerin werden. Dies scheint kaum möglich. Maria stammt aus einer Familie mit 5 Kindern. Marias Mutter starb, als sie elf Jahre alt war; nur noch der Vater Władysław – ein Physiklehrer – lebt. Ständig hat die Familie mit Geldsorgen zu kämpfen.

Nicht zuletzt aus diesem Grund beginnen zwei der Schwestern – Maria und Bronisława (auch Bronia genannt) – damit, Kindern aus wohlhabenden Familien Privatunterricht zu geben. Um die Träume von einem besseren Leben und einer guten Ausbildung in Erfüllung gehen zu lassen, entwickelt Maria einen Plan. Sie würde als Gouvernante auf dem Land arbeiten und die Hälfte ihres Gehalts an Bronia schicken. Dank dieses Geldes wäre ihre Schwester in der Lage, in Paris Medizin zu studieren. Wenn diese dann als Ärztin arbeitete, würde sie für Maria die Kosten eines Studiums in Paris übernehmen. Dass sie beide in Paris studieren wollten lag daran, dass dies in den wenigsten Ländern Europas zu diesem Zeitpunkt für Frauen auch nur grundsätzlich möglich war.

Ob die Träume der Schwestern in Erfüllung gingen, werden wir im Laufe unserer Geschichte erfahren.

An einem Tag im März 1890 erhielt Maria einen Brief ihrer Schwester Bronia, die dabei war, ihr Medizinstudium in Paris erfolgreich zu beenden: „Komm' nächstes Jahr nach Paris“... So stand die doch eigentlich immer entscheidungsfreudige Maria nach 7 Jahren des Wartens vor einigen nicht so einfach zu beantwortenden Fragen. Sollte sie wirklich nach Paris gehen? Und was sollte sie dann dort studieren? ... Sollte es wirklich Physik werden? Nur kurze Zeit zuvor hatte sie ihren Vetter Josef Boguski

in Warschau besucht, der als Chemiker und Physiker den Posten des Direktors des Labors im Museum für Industrie und Landwirtschaft innehatte. Sie hatte viel Zeit mit ihm im Labor verbracht und es genossen mit wissenschaftlichen Instrumenten zu hantieren und in Experimenten zu versuchen, plausible Ergebnisse zu erhalten.

Fragen:

- Wenn Du Maria wärst, wie würdest Du entscheiden? Warum?
- Wie würdest Du versuchen, die für ein Studium im Ausland notwendigen finanziellen Mittel zu erhalten?

Eineinhalb Jahre später, im November 1891 hatte Maria sich endlich entschieden und kaufte ein Ticket nach Paris. Ihre Reise begann mit einer unbequemen Zugfahrt in der dritten Klasse. Alles, von dem sie dachte, dass es von Nutzen sein könnte, hatte sie mitgenommen. In ihrem Gepäck befanden sich Bücher, Kissen, Bettzeug und sogar ein Faltschemel. Wie sich herausstellte, war Maria die erste Frau in Paris, die die Aufnahmeprüfung in Physik und Chemie bestand. Damit konnte sie sich für das Studium der exakten Wissenschaften an der Sorbonne einschreiben, wo sie sich Marie nannte.

Zu Beginn ihrer Pariser Studienzeit wohnte sie bei ihrer Schwester und deren Ehemann, Kazimierz Dłuski, der ebenfalls Arzt war. Die Wohnung von Bronia und Kazimierz war allerdings nicht unbedingt der ideale Ort, um intensiv Französisch, Mathematik, Chemie und Physik zu studieren. In dem lebhaften Haushalt gab es immer Leute, die lachten und laut auf Polnisch sprachen, während Marie intensiv lernen wollte. Daher mietete sie sich eine einfache

Dachwohnung im studentischen Viertel *Quartier Latin* in Paris.

Marie war ein wahrer Workaholic, fleißig, hartnäckig und ehrgeizig. Viele, viele Stunden verbrachte sie in der Bibliothek. Es fiel ihr schwer, ihren Französischunterricht bezahlen, da sie ja nur über geringe Mittel verfügte. Manchmal studierte sie so intensiv, dass sie darüber sogar das Essen vergaß. Allerdings war sie von ihren Studien so fasziniert, dass ihr das nichts ausmachte.

Frage:

- Würdest Du so hartnäckig sein, um die Ziele zu erreichen, die Du Dir gesetzt hast? Wenn ja, was wäre Deine Motivation?

An der Sorbonne lehrten einige der besten Wissenschaftler ihrer Zeit. Marie hatte also die Möglichkeit, Vorlesungen bei einigen der wissenschaftlichen Spitzenforscher zu besuchen. Das Ergebnis ihrer harten Arbeit war, dass sie im Jahre 1893 ihr Diplom in Physik mit der Note *magna cum laude* erhielt. Das hatten bisher nur wenige Frauen geschafft. Ein Jahr später beendete sie erfolgreich auch ihr Mathematikstudium.

Frage:

- Was denkst Du, warum Maria sich entschied, zusätzlich noch Mathematik zu studieren? Erläutere Deine Ansicht.

Marie notierte in ihrem Tagebuch:

„... im selben Jahr, 1894, lud mich mein ehemaliger Physikprofessor an der Sorbonne, Professor Gabriel Lippmann, ein und bot mir ein jährliches Stipendium von 600 Francs an, hierfür sollte ich wissenschaftlichen Untersuchungen hinsichtlich der magnetischen Eigenschaften des Stahls durchführen, was eine Arbeit als Laborassistentin in seinen Laboratorien bedeutete.“

Das Labor Lippmanns war allerdings so überfüllt, dass Marie nicht genug Platz zur Verfügung stand um ihre Arbeit ordentlich zu erledigen. Die Lösung für dieses Problem kam in

Gestalt des Professors Józef Kowalski aus Polen. Kowalskis Frau, die ihn nach Paris begleitete, war mit Marie bekannt. So kam ein Kontakt zustande und Kowalski bot ihr an, die Verbindung zu einem Wissenschaftler herzustellen, der eventuell ein Labor vermitteln könnte. So lernte Marie bereits am nächsten Tag beim Tee Pierre Curie kennen. Der 35-Jährige war Dozent an der *École municipale de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris* (Schule der industriellen Physik und Chemie) und in der Pariser Scientific-Community bereits etabliert. Pierre fand in den Laboratorien der École etwas Raum, damit Marie ihre Untersuchungen durchführen konnte. Bald stellte sich heraus, dass diese zwei jungen Wissenschaftler viel gemeinsam hatten. Beide hatten eine ähnliche Erziehung genossen und dieselben Werte vermittelt bekommen. Neben ihrer Liebe zu Natur und Landschaft teilten sie die bedingungslose Hingabe an die Wissenschaft. Beide führten ein überaus anspruchsloses Leben. Vier Jahre später, im Jahre 1894 war es dann soweit und Marie und Pierre heirateten.

Der Übergang vom 19. zum 20. Jahrhundert hatte eine Reihe wissenschaftlicher Umbrüche im Gepäck. Im Jahre 1895 entdeckte Wilhelm Conrad Roentgen die rätselhaften X-Strahlen, die später nach ihm benannt werden sollten. Ein Jahr später starb der im gleichen Maße berühmte wie reiche Industrielle Alfred Nobel, der Entwickler des Dynamits. In seinem Testament stiftete er sein ganzes Vermögen für Preise, mit denen Menschen ausgezeichnet werden sollten, die die Welt durch ihre Verdienste auf den Gebieten der Naturwissenschaften, Literatur und des Weltfriedens verbessert hatten.

Ebenfalls im Jahre 1896 machte Antoine Henri Becquerel eine zufällige Beobachtung bei seiner Beschäftigung mit den neuen Röntgenstrahlen. Er stellte fest, dass ein lichtempfindlicher Film, den er zusammen mit Uransalzen gelagert hatte, Schwärzungen aufwies, als sei er belichtet worden. Aber er – und das ist typisch für ungewöhnliche Beobachtungen in den Naturwissenschaften – beachtete diese Anomalie nicht weiter. Becquerel dachte dass der Film irgendwie durch die Röntgenstrahlung geschwärzt worden sei, mit der er eine Probe beschossen hatte, die ebenfalls in der Nähe lagerte.

Es war dieses scheinbar uninteressante, von Becquerel ignorierte Phänomen, das Marie dazu anregte, eigene Untersuchungen zu den Eigenschaften des Uranerzes zu beginnen. Diese bildeten dann auch das Kernthema ihres Dissertationsprojektes.

Zu Beginn ihrer Untersuchungen verwendete sie die Eigenschaft der damals sogenannten „Uran-Strahlen“, ein Elektrometer zu entladen. Nach einigen Wochen der Beobachtungen formulierte Marie die Hypothese, dass es eine unbekannte Art Strahlung geben müsse, die anders als Röntgen-Strahlung sei. Zu diesem Zeitpunkt entschied sich Maries Ehemann Pierre, seiner Frau bei ihren Forschungen zu helfen. Zusammen mit seinem Bruder entwickelte er neue Messgeräte, einschließlich eines sehr genauen Quarzelektrometers. Im Endeffekt benötigten sie aber noch mehr Raum und Ressourcen. Der Direktor der École, in der Pierre Dozent war, gestattete ihnen, das Labor zu benutzen. Dieses war allerdings eher eine Halle im Hof, die vorher als Zerlegungsraum verwendet worden war.

Als der deutsche Chemiker Wilhelm Ostwald später die Curies an ihrem Arbeitsplatz besuchte, war er ziemlich entsetzt: *„Der Raum sieht aus wie ein Stall und ein Keller zum Lagern von Kartoffeln; wenn ich nicht den Tisch gesehen hätte, der dazu bestimmt war, um mit den chemischen Instrumenten zu arbeiten, hätte ich gedacht, dass ich verspottet worden bin [...]“*

Trotz dieser Bedingungen konnten Marie und Pierre nach einem halben Jahr Arbeit zeigen, dass Elemente wie Uran und Thorium spontan Strahlung aussandten. Marie schlug vor, diese Eigenschaft der Elemente *Radioaktivität* zu nennen.

Frage:

- Marie Curie war die erste Person, die das Wort „Radioaktivität“ verwendete. Stell Dir vor, Du seist Marie Curie, und nach der Veröffentlichung Deiner Ergebnisse bittet Dich jemand, zu erklären, was das Wort *Radioaktivität* bedeutet. Was würdest Du antworten?

Marie stellte fest, dass die Strahlung, die von uranhaltigen Mineralien (z.B. Pechblende) ausgesendet wird, viel stärker ist als sie es auf-

grund des Urangehaltes sein sollte. Sie formulierte eine gewagte Hypothese: Es gibt ein unbekanntes chemisches Element innerhalb dieser Substanzen.

Es war natürlich nicht einfach, diese Annahme als wissenschaftliche These zu etablieren. Eine von Marie und Pierre im Juli 1898 in der französischen Akademie von Wissenschaften angestoßene Debatte, verlief ziemlich kontrovers:

Marie Curie: „Das ist also eine neue Substanz, die in der Pechblende [ein Mineral] vorkommt. Es macht die Luft zu einem elektrischen Leiter. Wir können seine Aktivität mit dem von Pierre erfundenen Quarzelektrometers messen. So weisen wir unseren so genannten *jungen Helden* in Messungen nach.“

Wissenschaftlicher Gegner: „Aber das ist doch nichts neues! Uran und Thorium sind auch aktiv.“

Marie Curie: „Ja, das ist richtig; aber wenn die Mischung mit Säuren behandelt wird, erhalten wir eine Lösung. Wenn diese Lösung dann mit Schwefelwasserstoff gemischt wird, bleiben Uran und Thorium in Lösung; unser *junger Held* schlägt sich dagegen als Sulfid nieder.“

Wissenschaftlicher Gegner: „Und was würde das beweisen? Blei, Wismut, Kupfer, Arsen und Antimon verhalten sich ebenso und sie bilden einen Niederschlag!“

Marie Curie: „Aber wenn Sie versuchen, sie im Ammoniumsulfat zu lösen, gelingt es nicht!“

Wissenschaftlicher Gegner: „Also gut, ich gestehe zu, dass es weder Arsen noch Antimon ist, aber es kann einer der bekannten *Helden* der Vergangenheit sein: Blei, Kupfer oder Wismut.“

Marie Curie: „Mein Freund, das ist unmöglich, weil Blei sich im Gegensatz zu unserer Substanz in Schwefelsäure löst. Und Kupfer löst sich im Ammoniak.“

Wissenschaftlicher Gegner: „Ja und? Das bedeutet, dass das, was Sie die aktive Substanz nennen, eben Wismut ist. Wir fügen dem bekannten Wismut eine Aktivität hinzu. Damit hat es sich. Die Annahme einer neuen Substanz ist nicht nötig.“

Pierre Curie: „Wirklich nicht? In Ordnung! Dann sagen Sie uns doch bitte, was Sie überzeugen würde, dass diese Substanz existiert?“

Wissenschaftlicher Gegner: „Dazu bedarf es nicht viel. Zeigen Sie mir nur ein Experiment, in dem Wismut anders reagiert als Ihr *Held*.“

Marie Curie: „Versuchen Sie, es im Vakuum bis zu 700°C zu erwärmen. Was geschieht dann?“

Wismut bleibt im wärmsten Bereich im Rohr, während sich unsere Substanz als ein merkwürdiger schwarzer Niederschlag in den kälteren Bereichen des Rohres bildet. Und dieser Niederschlag ist aktiver als die ursprüngliche Substanz. Wenn Sie diese Reaktion einige Male wiederholen, ist dieses *Etwas*, das Sie mit Wismut verwechseln, vierhundertmal aktiver als Uran!“

Wissenschaftlicher Gegner: „...“

Pierre Curie: „Ah! Sie sind still ..., dieses Verhalten ist der Grund, warum wir denken, dass die Substanz, die wir aus der Pechblende extrahieren, ein bis jetzt unbekanntes Metall ist. Wenn wir die Existenz dieses neuen Metalls nachgewiesen haben, nennen wir es Polonium nach dem Vaterland meiner Frau.“

Frage:

- Wenn Du an der Stelle von Marie wärst und entdecken würdest, dass neben dem Uran noch ein neues radioaktives Element im Chalkolit (Kupferurangelim) vorhanden ist, welche weiteren wissenschaftlichen Schritte würdest Du als Nächstes unternehmen?

Um die Existenz eines neuen Elements zu bestätigen, nahm Marie, die die chemische Zusammensetzung von Chalkolit kannte ($\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot (8-12) \text{H}_2\text{O}$), an, dass nur Uran die radioaktive Komponente in diesem Mineral ist. Sie formulierte die zutreffende Hypothese, dass dieses Mineral irgendein neues, bisher unbekanntes chemisches Element enthalten muss. Marie erhielt synthetisches Chalkolit und sie zeigte in ihrem Labor, dass es eine schwächere Strahlungsintensität hat als das natürlich vorkommende Material. Es war der experimentelle Beleg für die Existenz eines neuen Elements, das ein Bestandteil des natürlich vorkommenden Chalkolits ist. Im Juli 1898 wurde es wie geplant Polonium genannt. Angeregt durch diesen Erfolg setzten die Curies ihre Forschung über die Radioaktivität fort und im Dezember desselben Jahres identifizierten sie ein weiteres neues Element aus der Pechblende – Radium.

Frage:

- Welche radioaktiven Substanzen kennst Du? Woher?

Im Jahre 1903 erhielten Marie und Pierre Curie gemeinsam mit Henri Becquerel den Nobelpreis für Physik für ihre Entdeckung und die Untersuchung der Radioaktivität. Marie erhielt 1911 auch noch den Nobelpreis für Chemie, für die Darstellung des metallischen Radiums im reinen Zustand.

So gingen die ehrgeizigen Träume von Marie, eine Wissenschaftlerin zu werden, in Erfüllung.

Frage:

Beschreibe bitte die Persönlichkeitsmerkmale Maries, die Deiner Meinung nach dazu beigetragen haben, dass sie als „Führende Wissenschaftlerin aller Zeiten“ bezeichnet wird.

Bibliographie

- Ciesliński P., & Majewski J.S. (2011) *Book of walks in Maria Skłodowska-Curie's footsteps*. Agora SA, Warszawa
- Curie P., & M. (1898), *Sur une substance nouvelle radioactive, contenue dans la pechblende, in: Comptes rendus de l'Academie des sciences*, no 127 pp. 176-177, Paris
- Lemire L. (2011) *Maria Skłodowska-Curie*, Swiat Ksiazki, Warszawa
- Skłodowska – Curie M. (1967) *Radium and the New Concepts in chemistry*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam (<http://nobelprize.org>)
- Stelle P. (2010) *Maria Skłodowska-Curie, kobieta, ktora zmieniła dzieje nauki*, Wydawnictwo MWK, Warszawa (http://wikipedia.org/wiki/Maria_Sk%C5%82odowska-Curie)

Maria, die herausragende Pionierin der Radioaktivitätsforschung was translated by Timo Engels and it is based, in part, on **Historical Background: Atoms** written by Peter Heering and on **Biography: Maria Skłodowska-Curie** written by Katarzyna Przegietka.

Maria, die herausragende Pionierin der Radioaktivitätsforschung was written by Jozefina Turlo & Katarzyna Przegietka with the support of the European Commission (project 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP) and the Polish Association of Science Teachers, Poland. 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.