



Physikerinnen

FRANKA HANGLER
FRANKA.HANGLER@STUD.PLUS.AC.AT

Abstract

Frauen sind in der Physik unterrepräsentiert. Im Vergleich zu den ihren männlichen Kollegen sind Physikerinnen kaum bekannt und tauchen nur vereinzelt in Schulbüchern auf. Unter den 224 Physik-Nobelpreisträger*innen befinden sich nur fünf Frauen. Bis 1900 hatten Frauen in Mitteleuropa keinen Zugang zu Universitäten, später mussten sie für ein Physikstudium zuerst Lehramt studieren. Heute werden Frauen bei wissenschaftlichen Publikationen immer noch verhältnismäßig seltener zitiert als ihre männlichen Kollegen. Dennoch gibt es wichtige Physikerinnen, die Meilensteine in der Physik erreicht haben, etwa Sophie Germain, Maria Göppert-Mayer, Fabiola Gianotti und Lisa Kaltenegger. Physikerinnen können jedoch einfach in den Unterricht integriert werden, durch Methoden wie Lapbooks, Booklets, Referate oder Videos. Eine Liste mit wichtigen Physikerinnen, geordnet nach Themenschwerpunkt, hilft bei der Implementierung in den Physikunterricht.

1 Einleitung

Die Physik hat mit einem Gender-Problem zu kämpfen. 2012 waren nur 25 % aller Physik-Studierenden weiblich und nur 26 % der Physik-Promotionen betrafen weibliche Studierende (Universität Duisburg-Essen, 2013). Viele Physiker haben große Bekanntheit erlangt, während nur wenige Namen von Physikerinnen bekannt sind. Diejenigen Frauen, die es trotz aller Barrieren geschafft haben, sich einen Namen in der Physik zu machen, bleiben oft unbekannt und sind in unserer Gesellschaft unterrepräsentiert. Auch im Physik-Unterricht in österreichischen Schulen werden Physikerinnen nur selten angesprochen und in Schulbüchern sind nur wenige Physikerinnen dargestellt.

2 Schwierigkeiten für Frauen in der Physik

Dass so wenige Physikerinnen bekannt sind, liegt unter anderem auch an den Barrieren, die Frauen überwinden mussten (und teilweise immer noch müssen), um Zugang zur Physik zu erlangen.

2.1 17.-19. Jahrhundert

Vom 17.-19. Jahrhundert erhielten nur wenige Frauen die Chance auf umfassende Bildung. Wenn überhaupt, waren es wohlhabende Frauen, deren Eltern sich Privatunterricht für ihre Töchter leisten konnten. Die berufliche Beschäftigung mit Physik war für Frauen zu dieser Zeit nur in drei Metiers möglich: Entweder als Privatgelehrte, als Übersetzerin physikalischer Werke oder als Mitarbeiterin in Laboratorien oder Sternwarten des Bruders oder Ehemanns (Vogt, 2019).

2.2 Beginn des 20. Jahrhunderts

Ab 1900 hatten Frauen in Mitteleuropa Zugang zu Universitäten. Damit wurde es für sie leichter, sich mit Physik zu beschäftigen. Es entstand ein neuer anerkannter Beruf für Frauen in der Physik: Lehrerin für Mathematik und Physik.

Mit diesem Abschluss konnten die meist unverheirateten Frauen (es war zu dieser Zeit üblich, dass Lehrerinnen „Fräuleins“, also ledig, waren) versuchen, eine Anstellung als Mitarbeiterin in einer wissenschaftlichen Institution, als Assistentin an der Universität oder Forscherin in Laboratorien oder in der Industrie zu bekommen (Vogt, 2019).

2.3 1920 bis heute

Die Anzahl der Physik-Studentinnen ist seit Beginn des 20. Jahrhunderts gestiegen, Frauen können nun jeden Beruf in der Physik ausüben. Obwohl Frauen in Europa heute schon viel weniger Barrieren zu überwinden haben als noch vor hundert Jahren, haben Physikerinnen immer noch mit Diskriminierung zu kämpfen. In einer amerikanischen Untersuchung zeigte sich etwa, dass Studien, bei denen Männer die Rolle der Erst- oder Letztautorenschaft besetzten, öfter zitiert wurden, als man es statistisch erwarten würde, während Publikationen, bei denen Frauen diese Rollen einnahmen, statistisch gesehen öfter hätten zitiert werden müssen. Obwohl von 1995 bis 2020 die Anzahl an Publikationen mit Erst- oder Letztautorenschaft von Frauen von 17 auf 33 % angestiegen ist, blieb die Tendenz, eher Männer zu zitieren, seit 2009 konstant. (Sica, 2022)

2.4 Frauen und der Physik-Nobelpreis

Seit 1901 wurde der Nobelpreis für Physik 224-mal vergeben. Unter den Preisträger*innen befanden sich jedoch nur fünf Frauen. Marie Curie war 1903 die erste weibliche Physik-Nobelpreisträgerin. Sie gewann 1911 außerdem den Chemie-Nobelpreis und war damit die erste Person, die zwei Nobelpreise gewann. Erst 60 Jahre nach Marie Curie erhielt die zweite Frau, Maria Göppert-Mayer, den Physik-Nobelpreis. Nach dieser dauerte es 55 Jahre, bis Donna Strickland den Nobelpreis erhielt. 2020 folgte Andrea Ghez und 2023 Anne L’Huillier (Nobel Prize Outreach, 2024).

Eine genaue Erklärung für diese Ungleichheit bei der Verleihung des Nobelpreises gibt es nicht, in der Literatur findet man unterschiedliche Theorien: Einerseits sind Frauen in naturwissenschaftlichen Studien nach wie vor unterrepräsentiert. Laut einer UNESCO-Studie waren im Jahr 2019 insgesamt nur 29,3 % aller Forscher*innen weiblich. Weltweit waren unter den Studierenden der Naturwissenschaften, der Mathematik und der Statistik insgesamt nur 5 % Frauen (Unesco, 2019).

Eine weitere Erklärung findet sich bei näherer Betrachtung der Lebensläufe bekannter Physikerinnen, vor allem denen aus den letzten Jahrhunderten: Widerstände der Eltern, Hindernisse im Bildungssystem und Ablehnung im Wissenschaftsbetrieb sind nur einige Hürden, die Frauen zu bewältigen hatten, wenn sie sich mit Physik beschäftigen wollten (Hüfner, 2004).

3 Wichtige Physikerinnen

Trotz all dieser Umstände haben es einige Frauen geschafft, sich einen Namen in der Physik zu machen. Im Folgenden sollen einige wichtige Physikerinnen mit besonderem Fokus auf Österreich genannt und ihr Leben soll skizziert werden. Gründe für die Auswahl sind die Popularität, und der wissenschaftliche Einfluss dieser Physikerinnen.

3.1 Émilie du Châtelet (1706-1749)

Émilie du Châtelet wurde 1706 in Paris geboren. Weil es für Frauen ihres Standes zu ihrer Zeit keine Option war, ledig zu bleiben, heiratete sie 1725 Marquis Florent Claude du Chastellet.

(Die Schreibweise „du Châtelet“ stammt von



Abb. 1 – Émilie du Châtelet (Maurice Quentin de La Tour)

Voltaire.) Mit du Chastellet hatte sie drei Kinder. Acht Jahre später lernte sie den Philosophen Voltaire kennen, er wurde ihr Liebhaber und intellektueller Gefährte. Émilie du Châtelet beschäftigte sich mit der Philosophie von Newton, Leibniz und Christian Wolff. Sie hatte ein so gutes Verständnis von Mathematik und Physik, dass sie Abhandlungen zu Newtons Werk verfasste. Da es an der Pariser Akademie der Wissenschaften zu ihrer Zeit keinen Platz für Frauen gab, musste du Châtelet in einem privaten Labor experimentieren. Sie erkannte als eine der ersten, dass sich die kinetische Energie sich direkt proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit verhält. Neben der Physik, Mathematik und Philosophie beschäftigte sie sich mit Religion, Glück, Ethik und der Rolle der Frau (Detlefsen & Janiak, 2014).

„Wenn ich König wäre, ich würde einen Missbrauch abschaffen, der die Hälfte der Menschheit zurücksetzt. Ich würde Frauen an allen Menschenrechten teilhaben lassen, insbesondere den geistigen.“

(du Châtelet, 1779)

3.2 Laura Bassi (1711-1778)

Laura Bassi, 1711 in Bologna geboren, erhielt Privatunterricht. Mit 22 Jahren wurde die Italienerin zum Ehrenmitglied der Akademie der Wissenschaften von Bologna ernannt, sie machte einen Abschluss in Philosophie und erhielt die Erlaubnis, an der Universität zu lehren. Da Gerüchte über sie verbreitet wurden, entschied sie sich, 1738 den Physiker und Physik-Professor Giuseppe Veratti zu heiraten. Sie hatte acht Kinder mit ihm. 1776 erhielt sie eine Stelle als Professorin für Experimentalphysik am wissenschaftlichen Institut der Universität Bologna und wurde damit die erste weibliche Universitätsprofessorin Europas. Laura Bassi galt als Anhängerin von Newtons Theorien und führte Experimente zum Boyle-Mariotte-Gesetz durch (Alma Mater Studiorum, 2024).



Abb. 2 – Laura Bassi (Unbekannter Künstler)

3.3 Sophie Germain (1776-1831)

Sophie Germain wurde in Paris geboren. Sie beschäftigte sich trotz des Widerstands ihrer Eltern zuhause im Selbststudium mit Mathematik. Die Französin wollte gerne an der *École central des travaux public* (später *École polytechnique*) in

Paris studieren, Frauen war der Zugang jedoch verwehrt. Dennoch las sie Vorlesungsmitschriften und bearbeitete unter dem Pseudonym „M. LeBlanc“ Übungsaufgaben, die sie von Bekannten in die *École* bringen ließ. Der Mathematiker Joseph-Louis Lagrange war von den Leistungen dieses „Herrn LeBlanc“ so begeistert, dass er ihn kennenlernen wollte. So erfuhr er, dass Herr LeBlanc eine Frau war. Er schätzte und respektierte Germaines Leistungen jedoch weiterhin. Sophie Germain führte einen Briefwechsel mit Carl Friedrich Gauss, zuerst wieder als Herr LeBlanc getarnt, später als sie selbst. Sie schrieb außerdem Ausführungen über Fermats letzten Satz. Auf dem Gebiet der Physik beschäftigte sie sich mit der Elastizitätstheorie. Bei einem Wettbewerb zu diesem Thema, wo sie als einzige etwas eingereicht hatte, wurde ihr erst nach zweimaliger Verlängerung des Wettbewerbs der Preis zugestanden. Sie starb 1831 an Brustkrebs. Ein mathematischer Satz und eine Gruppe von Primzahlen wurden nach ihr benannt. Auf dem Eiffelturm, wo „alle“ Forscherinnen auf dem Gebiet der Elastizitätstheorie aufgelistet sind, fehlt jedoch ihr Name (Langfeld, 2001).



Abb. 3 – Sophie Germain (Unbekannter Künstler)

3.4 Marie Curie (1867-1934)



Abb. 4 – Marie Curie (Generalstabens Litografiska Anstalt Stockholm)

Marie Curie wurde als Maria Skłodowska 1867 in Warschau, Polen geboren. Ihre Mutter starb früh. Um sich Geld zu verdienen, arbeitete Skłodowska anfangs als Erzieherin. Durch ihren Vater, der Lehrer für Mathematik und Physik war, wurde ihr Interesse an der Physik geweckt. Da Frauen in Polen zu dieser Zeit nicht für ein Studium zugelassen waren, zog sie nach Paris, um dort Physik und

Chemie zu studieren. Trotz anfänglicher Sprachprobleme schnitt sie als Beste ab. 1894 lernte sie den Physik- und Chemielehrer Pierre Curie kennen, mit dem sie gemeinsam forschte und den sie auch heiratete. 1897 kam ihre erste gemeinsame

Tochter Irène auf die Welt. Ein Jahr später entdeckte Marie Curie das Element Polonium und kurz darauf gemeinsam mit ihrem Mann auch das Element Radium. 1903 erhielt das Ehepaar für ihre Forschungen zur Radioaktivität den Physik-Nobelpreis. Damit war Marie Curie die erste Frau, die diesen Preis gewann. Sie war außerdem die erste, die zwei Nobelpreise bekam, denn für die Erforschung des Elements Radium erhielt sie 1911 auch noch den Chemie-Nobelpreis. Es wurde ihr jedoch kein Platz an der *Académie des sciences* zugestanden, weil sie eine Frau war. 1904 wurde die zweite Tochter der Curies geboren – Ève. Als Marie Curies Mann bereits 1906 verstarb, übernahm Marie Curie seinen Lehrstuhl an der Universität Sorbonne. Im 1. Weltkrieg organisierte Curie Röntgendienste für die Front und kümmerte sich um die Ausbildung radiologischer Fachschwestern.

Wegen einer Affäre mit dem Physiker Paul Langevin, die 1911 öffentlich wurde, wurde Marie Curie immer wieder von der Presse angefeindet. 1914 wurde sie Leiterin des Radium-Instituts in Paris. Curie war die einzige Frau bei der berühmten Solvay-Konferenz der Quantenmechanik 1927, an der einschließlich ihr 17 Nobelpreisträger*innen teilnahmen. Von 1922 bis 1934 war sie im Einsatz für den Völkerbund, wo sie Teil der Internationalen Kommission für Geistige Zusammenarbeit war. Curies langjährige Arbeit mit radioaktiven Substanzen ohne ausreichenden Schutz beeinträchtigte ihre Gesundheit. Sie starb 1934 an den Folgen einer Anämie. Nach ihr sind mehrere Universitäten, Institute und Schulen benannt sowie die veraltete Einheit für Radioaktivität, Curie, und das Element Curium (Leopoldina, 2018).

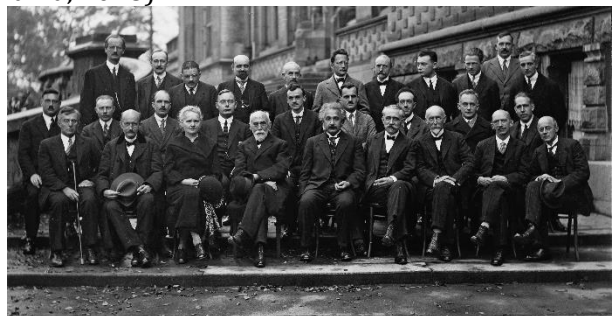


Abb. 5 – Marie Curie (1. Reihe, 3. von links) als einzige Frau bei der Solvay-Konferenz der Quantenmechanik 1927 (Couprie, B., Institut International de Physique Solvay)

3.5 Marietta Blau (1894-1970)

Die in Wien geborene Marietta Blau beschäftigte sich mit der fotografischen Methode zum Nachweis von Teilchen. Gemeinsam mit Hertha Wambacher entdeckte sie 1937 Zertrümmerungssterne – die auf Fotoplaten sichtbare Zerlegung von Kernen durch hochenergetische Geschosse, wie in ihrem Fall der kosmischen Höhenstrahlung.



Abb. 6 –
Marietta Blau
(Reculet)

1938 emigrierte sie aufgrund ihrer jüdischen Abstammung zuerst nach Oslo, später nach Mexiko-Stadt und schließlich in die USA. Erwin Schrödinger schlug sie dreimal für den Nobelpreis in Physik und einmal für den Nobelpreis in Chemie vor, sie erhielt ihn jedoch nie. 1960 kehrte sie nach Wien zurück, wo sie unbezahlt am Radiuminstitut forschte. Gleichzeitig leitete sie eine Arbeitsgruppe, die fotografische Aufnahmen von Teilchenbahns Spuren in Experimenten am CERN analysierte. 1970 starb sie komplett verarmt in Wien an Krebs und erhielt nicht einmal einen Nachruf in einer wissenschaftlichen Publikation. Das Marietta-Blau-Stipendium ist nach ihr benannt (Sime, 2012).

3.6 Irène Joliot-Curie (1897-1956)

Irène Joliot-Curie war die erste Tochter der Nobelpreisträgerin Marie Curie und ihres Manns Pierre Curie und kam 1897 zur Welt. Sie studierte Mathematik und Physik an der Universität Sorbonne und half im ersten Weltkrieg gemeinsam mit Marie Curie beim Röntgendienst an der Front. Nach dem Krieg wurde Irène Laborgehilfin



Abb. 7 –
Irène Joliot-Curie
(Harcourt)

bei ihrer Mutter im Radium-Institut. 1921 begann sie selbst zu forschen und promovierte 1930 über die Alpha-Strahlung von Polonium. Sie heiratete den Physiker Frédéric Joliot. Das Paar wurde nicht nur Eltern zweier Kinder, sondern forschte auch gemeinsam und erhielt 1935 den Chemie-Nobelpreis. Joliot-Curie wurde 1936 als Staatssekretärin für Wissenschaft und Forschung in der Volksfront die erste Frau in einer französischen Regierung. Sie ging jedoch schnell zurück an die Universität Sorbonne, wo sie eine

Professorenstelle erhielt und die Produkte untersuchte, die beim Neutronenbeschuss von Urankernen entstehen. Damit leistete sie wichtige Vorarbeit für die Entdeckung der Kernspaltung von Lise Meitner und Otto Hahn. Joliot-Curie wurde zu einer der drei Kommissare für die Atombehörde C.E.A. und zur Direktorin des von Marie Curie gegründeten Radium-Instituts. Die Strahlung, der sie ihr Leben hinweg über ausgesetzt war, führte 1956 zu ihrem Tod durch akute Leukämie (Universität Münster, 2023).

3.7 Lise Meitner (1878-1968)



Abb. 8 –
Lise Meitner
(United States Information Agency)

Lise Meitner ist wohl eine der bekanntesten Physikerinnen. Die in Wien geborene Jüdin musste den Umweg über das Lehramtsstudium nehmen, um Zugang zum Physikstudium zu bekommen. Besonders die Vorlesungen von Ludwig Boltzmann begeisterten die Wienerin. 1905 erhielt sie als zweite Frau in Wien einen Dokortitel in Physik. Sie entwarf eines der ersten Experimente zur Absorption von Alpha-Strahlen. Nach Boltzmanns Tod lernte Meitner Max Planck kennen und erhielt eine Stelle in Berlin. Dort traf sie Otto Hahn, zu dem eine tiefe Freundschaft entstand. Als Frau durfte Meitner zuerst nicht im wissenschaftlichen Labor forschen, also begannen sie und Otto Hahn ihre Forschungen in einer Holzwerkstatt. Mit Beginn des 1. Weltkriegs, 1914, wurden ihre Forschungen unterbrochen, Meitner musste als Krankenschwester für die österreichische Armee arbeiten und Otto Hahn wurde einberufen. 1938 musste Lise Meitner aufgrund des beginnenden Nazi-Regimes nach Stockholm emigrieren. Otto Hahn informierte sie mit Briefen über seine Forschungen mit Fritz Straßmann. 1939 konnte Meitner gemeinsam mit ihrem Nefen Otto Frisch das von Hahn beschriebene „Zerplatzen der Kerne“ als Kernspaltung interpretieren. Meitner erhielt mehrere Angebote von den USA, sich am Bau der Atombombe zu beteiligen, lehnte jedoch als überzeugte Pazifistin ab und blieb in Stockholm. 1947 übernahm sie die Leitung der kernphysikalischen Abteilung der Königlichen Technischen Hochschule Stockholm. Sie hatte außerdem immer wieder Gastprofessuren in den USA. Lise Meitner wurde zwar 49-mal

für den Nobelpreis nominiert, erhielt ihn aber nie, auch nicht für die Entdeckung der Kernspaltung, für die ihn Otto Hahn allein bekam. 1960 zog sie zu ihrem Neffen nach Cambridge, wo sie 1968 auch starb. Sie setzte sich immer für eine friedliche Nutzung der Kernspaltung ein und lehnte Atomwaffen stets ab. Mit Otto Hahn blieb sie bis zu ihrem Tod eng befreundet (Rennert & Traxler, 2018).

3.8 Maria Göppert-Mayer (1906-1972)



Abb. 9 – Maria Göppert-Mayer (ENERGY.GOV)

Die in Oberschlesien geborene Maria Göppert konnte als eine der wenigen Frauen ihrer Zeit ein Abitur machen und Mathematik und später Physik in Göttingen studieren. Sie erhielt 1930 einen Dokortitel in Theoretischer Physik für ihre Überlegungen zu Doppel-Photon-Prozessen. Im selben Jahr heiratete sie den amerikanischen Chemiker Joseph Mayer und ging mit ihm gemeinsam in die USA. Sie erhielt dort jedoch zuerst keine Anstellung an einer Universität und musste als Deutschkorrespondentin für einen Physikprofessor arbeiten und unbezahlt forschen. Gemeinsam mit ihrem Mann veröffentlichte sie ein Lehrbuch für Statistische Mechanik. 1941 erklärte die USA Japan den Krieg und Stellen wurden frei. Somit erhielt Göppert-Mayer zuerst eine Stelle an einem College und später an der Columbia-Universität, wo mit ihrer Hilfe versucht wurde, das hochspaltbare Uran-235 von dem stabileren Uran-238 abzuspalten. 1946 zog Maria Göppert-Mayer mit ihrem Mann nach Chicago, wo sie eine unbezahlte Stelle an der Universität erhielt, die zu der Zeit das Zentrum für Kernphysik darstellte. Ab 1948 forschte Göppert-Mayer mit ihrem Mann an Atomkernen und den „magischen Zahlen“, also Atomkernen mit einer gewissen Anzahl von Protonen und Neutronen, und sie veröffentlichten das Schalenmodell des Atomkerns. Gemeinsam mit dem Heidelberger Hans Jensen, der kurz zuvor ein ähnliches Ergebnis veröffentlicht hatte, schrieb Maria Göppert-Mayer das Buch „Elementare Theorie der nuklearen Schalenstruktur“. Für ihre Entdeckungen zur Schalenstruktur des Atomkerns erhielten sie und Jensen 1963 gemeinsam den Physik-Nobelpreis. Göppert-Mayer war damit nach Marie Curie erst die zweite Frau, die diesen Preis er-

hielt. Die Physikerin engagierte sich für das naturwissenschaftliche Frauenstudium und ging ihrer forschenden Tätigkeit bis zu ihrem Tod durch einen Herzinfarkt 1972 nach (Universität Münster, 2023).

hielt. Die Physikerin engagierte sich für das naturwissenschaftliche Frauenstudium und ging ihrer forschenden Tätigkeit bis zu ihrem Tod durch einen Herzinfarkt 1972 nach (Universität Münster, 2023).

3.9 Anne L’Huillier (geb. 1958)

Die schwedisch-französische Atomphysikerin Anne L’Huillier ist in Paris geboren. 2023 erhielt L’Huillier zusammen mit Pierre Agostini und Ferenc Krausz den Physik-Nobelpreis für ihre experimentellen Methoden zur Erzeugung von Attosekunden-Lichtpulsen, mit deren Hilfe sich die Dynamik von Elektronen in der Materie untersuchen lässt. Anne L’Huillier gilt als Pionierin der Ultrakurzzeitphysik. Sie ist Professorin an der Universität in Lund in Schweden und leitet dort die Gruppe für Attosekunden-Physik (Lund University).



Abb. 10 – Anne L’Huillier (Oberger, B.)

3.10 Donna Strickland (geb. 1959)

Die Kanadierin Donna Strickland ist eine Pionierin auf dem Gebiet der Laser-physik. Sie gewann 2018 den Physik-Nobelpreis für die Entwicklung von Chirped Pulse Amplification. Diese Methode wird heute für Augenoperationen und die Herstellung von kleinen Glasteilen für Handys verwendet. Strickland ist Professorin an der Universität Waterloo (University of Waterloo, 2024). Zum Zeitpunkt ihres Nobelpreises hatte Donna Strickland noch keinen Wikipedia-Eintrag, die Begründung lautete: Die „genannten Referenzen zeigen nicht, dass sie sich für einen Eintrag qualifiziert“. Vor Strickland war seit über 50 Jahren keine Frau mehr Physik-Nobelpreisträgerin (Traxler, 2023).



Abb. 11 - Donna Strickland (Nyman, B.)

„We need to celebrate women physicists because they’re out there... I’m honoured to be one of those women.“

(Donna Strickland, Courtesy of the University of Waterloo)

3.11 Fabiola Gianotti (geb. 1960)

Die in Rom geborene Fabiola Gianotti promovierte in Mailand in experimenteller Teilchenphysik. Ab 1994 forschte sie am CERN und war maßgeblich an der Planung und Konstruktion des LHC beteiligt. Sie leitete das ATLAS-Experiment, als das Higgs-Boson entdeckt wurde. 2016 trat die Italienerin die Stelle als erste weibliche Generaldirektorin am CERN an, 2021 folgte ihre zweite Periode in diesem Amt (The Royal Society, 2023).



Abb. 12 – Fabiola Gianotti (Brice, M.)

3.12 Monika Ritsch-Marte (geb. 1961)

Die gebürtige Vorarlbergerin Monika Ritsch-Marte hat als Forschungsschwerpunkte theoretische Quantenoptik, Nichtlineare Optik und Biophotonik. Sie schaffte es, optische Pinzetten für schwerere Teilchen zu konstruieren und diese mit einer Ultraschall-Falle zu kombinieren, sodass man damit Mini-Organen (Organoide) halten und untersuchen kann. Mit dieser Technik sollen in Zukunft auch einige Tierversuche ersetzt werden (Leopoldina, 2024).

Die Physikerin setzt sich außerdem für die Förderung von Frauen in der Physik ein und hat die jährlich stattfindenden Lise-Meitner-Lectures sowie die Ausstellung „Lise Meitners Töchter – Physikerinnen stellen sich vor“ – ins Leben gerufen, die die wissenschaftlichen Werdegänge, Forschungsfelder und die Wünsche von erfolgreichen deutschen und österreichischen Physikerinnen zeigen (Dpg, 2013).

3.13 Lisa Kaltenegger (geb. 1977)



Abb. 13 – Lisa Kaltenegger (LindaBG)

Lisa Kaltenegger ist eine Astronomin und Astrophysikerin aus Kuchl bei Salzburg. Ihre Forschungsgebiete sind Exoplaneten, Exomonde und Supererden. Kalteneggers Spezialgebiet sind die Modellierung und Charakterisierung von Atmosphären rund um erdähnliche Planeten. Mithilfe des von Exoplaneten reflektierten Lichts sucht sie nach Indikatoren, die auf Leben hindeuten, wie etwa Wasser und Sauerstoff. Ihre Forschungsgruppe hat

an der Entdeckung zweier Planeten in der habitablen Zone mitgewirkt, *Kepler-62e* und *Kepler-62f*. Der Asteroid (7734) *Kaltenegger* ist nach ihr benannt.

Die Astronomin hat auch zwei populär-wissenschaftliche Bücher veröffentlicht: „Sind wir allein im Universum?“ (2015) und „Alien Earths“ (2024) (Austria-Forum, 2022). Die Österreicherin ist seit 2014 Direktorin des Karl-Sagan-Instituts an der Cornell University in Ithaka, New York (Cornell University, 2023).

Die Astronomin hat auch zwei populär-wissenschaftliche Bücher veröffentlicht: „Sind wir allein im Universum?“ (2015) und „Alien Earths“ (2024) (Austria-Forum, 2022). Die Österreicherin ist seit 2014 Direktorin des Karl-Sagan-Instituts an der Cornell University in Ithaka, New York (Cornell University, 2023).

4 Physikerinnen im Physikunterricht

Der Grundstein für das Interesse vieler Physikerinnen an der Physik wurde in der Schule gelegt. Ein guter Physikunterricht ist also von zentraler Bedeutung. Genauso wichtig ist es, dass die Schüler*innen weibliche Vorbilder in der Physik bekommen – Frauen, die es trotz aller gesellschaftlichen Schwierigkeiten geschafft haben, sich einen Namen in der Physik zu machen. Damit die Präsenz von Physikerinnen in der Öffentlichkeit steigt, ist es wichtig, sie auch in den Physik-Unterricht zu integrieren. Dafür müssen Physikerinnen bereits Gegenstand im Physik-Lehramtsstudium sein, damit Physiklehrkräfte selbst über genügend Fachwissen verfügen. In weiterer Folge sollten Physikerinnen in Schulbüchern dargestellt und Unterrichtsmaterialien zu ihnen erstellt werden. Es gibt aber auch sofort umsetzbare Möglichkeiten, Physikerinnen in den Physikunterricht zu integrieren.

4.1 Methoden zur Beschäftigung mit Physikerinnen im Unterricht

Einige Ideen, wie sich Schüler*innen im Unterricht mit Physikerinnen beschäftigen könnten wären folgende:

- Referate halten
- Portfolios erstellen
- Lapbooks basteln
- Videos drehen
- Poster gestalten
- Booklets machen
- Podcasts aufnehmen.

4.2 Beispielliste von Physikerinnen für den Unterricht

Um eine einfachere Implementierung von Physikerinnen in den Physikunterricht zu ermöglichen, folgt eine Liste mit einigen Physikerinnen, geordnet nach Themengebiet und Klassenstufe (in Anlehnung an den österreichischen Lehrplan, Sek I und Sek II AHS mit weniger als 7 Wochenstunden Physik).

Klasse	Kompetenzbereich	Thema	Physikerin
3	Energie	Kinetische Energie	Émilie du Châtelet
4	Strahlung und Radioaktivität	Grundlagen der Radioaktivität (Ionisierende Strahlung)	Marietta Blau
4	Strahlung und Radioaktivität	Grundlagen der Radioaktivität (Ionisierende Strahlung)	Marie Curie
4	Strahlung und Radioaktivität	Grundlagen der Radioaktivität (Ionisierende Strahlung)	Irène Joliot-Curie
4	Strahlung und Radioaktivität	Grundlagen der Radioaktivität (Ionisierende Strahlung)	Lise Meitner
6	Mechanik	Wirkung von Kräften	Sophie Germain
6	Thermodynamik	Boyle-Mariotte-Gesetz	Laura Bassi
7	Atomphysik	Absorption und Emission	Anne L'Huillier
7	Atomphysik	Absorption und Emission	Donna Strickland
7	Quantenphysik	Besonderheiten der Quantenwelt	Monika Ritsch-Marte
8	Kernphysik	Aufbau und Stabilität der Kerne	Maria Goeppert-Mayer
8	Teilchenphysik	Entwicklung des Teilchenkonzepts	Fabiola Gianotti
8	Aktuelle Forschung	Einblicke in aktuelle physikalische Forschung	Lisa Kaltenegger

Ziel von all diesen Maßnahmen soll es sein, die Präsenz von Physikerinnen zu erhöhen und Vorbilder für Mädchen zu schaffen, sodass sich mehr Mädchen für die Physik begeistern und mehr Frauen Physik studieren und in die Forschung gehen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Frauen sind in der Welt der Physik unterrepräsentiert. Sowohl im Studium als auch in der Forschung mangelt es an Frauen. Den Frauen, die dennoch durch ihre bahnbrechenden Entdeckungen Popularität in der Physik erlangt haben, ist größter Respekt zu zollen, einerseits für ihre Entdeckungen und Forschungen und andererseits dafür, dass sie es geschafft haben, sich gegen ihre männlichen Kollegen, gegen Misogynie und Vorurteile, Aufnahmebeschränkungen und konservative Rollenbilder durchzusetzen und sich allen Barrieren zum Trotz in der wissenschaftlichen Welt etablieren konnten. Wie viele kluge Frauen sind noch da draußen oder waren es, die niemand kennt, weil ihnen so viele Hürden gestellt werden, dass sie gar nicht erst die Möglichkeit bekommen, zu forschen oder zu

publizieren, ihren Interessen nachzugehen? Physikerinnen werden im Unterricht selten berücksichtigt, dabei gäbe es viele Möglichkeiten, sich mit ihnen zu beschäftigen. Die Liste in diesem Paper soll eine kleine Hilfe darstellen, es gibt aber natürlich noch viel mehr Physikerinnen, über die man sprechen kann. Wenn Physikerinnen besser in den Unterricht integriert werden, trauen sich vielleicht mehr Mädchen zu, Physik zu studieren. Ein Desiderat wäre jedenfalls, Physikerinnen häufiger in Schulbüchern darzustellen und mehr Unterrichtsmaterial zu Physikerinnen zu erstellen. Physikerinnen müssten bereits in der Lehramtsausbildung Thema sein, sodass Physiklehrkräfte tatsächlich die Möglichkeit haben, diese einfach im Unterricht zu integrieren. Im wissenschaftlichen Bereich wäre es wünschenswert, wenn noch mehr zu Physikerinnen geforscht wird, vor allem zu den jüdischen Physikerinnen und den Industriephysikerinnen des 20. Jahrhunderts, über die kaum etwas bekannt ist. Wichtig ist auch, dass über Misogynie in der Welt der Physik gesprochen wird und als ge-

meinsames Ziel gilt, diese aus dem Weg zu räumen, sodass Frauen sich uneingeschränkt mit Physik beschäftigen können.

6 Literatur

- Alma Mater Studiorum (2024) Laura Bassi. Università di Bologna. <https://www.unibo.it/en/university/who-we-are/our-history/famous-people-and-students/laura-bassi>. (21.01.2024)
- Austria-Forum. (2022) Lisa Kaltenecker. https://austria-forum.org/af/AustriaWiki/Lisa_Kaltenecker (20.02.2024)
- Châtelet, Émilie du (1779) Übersetzung: Röbling, I. (1999) *Discours sur le bonheur. deutsch: Rede vom Glück, übersetzt von Iris Röbling*. Friedenauer Presse.
- Cornell University (2023) Lisa Kaltenecker. Department of Astronomy. <https://astro.cornell.edu/lisa-kaltenecker> (20.02.2024)
- Courtesy of the University of Waterloo. DONNA STRICKLAND – Nobel Prize in Physics 2018. <https://www.nobelprize.org/women-whochangedscience/stories/donna-strickland> (24.02.2024)
- Detlefsen, K. & Janiak, A. (2014) Émilie du Châtelet. Stanford Encyclopedia of Philosophy. <https://plato.stanford.edu/entries/emilie-du-chatelet/#SciMet>. (10.10.2023)
- Deutschlandfunk (2024) Nobelpreis für Physik 2023 – Auszeichnung für Schnappschuss aus dem Atom <https://www.deutschlandfunk.de/nobelpreis-physik-2023-100.html#Frauen> (24.02.2024)
- Division of Atomic Physics. Anne L’Huillier. <https://www.atomic.physics.lu.se/research/attosecond-physics-from-lasers-to-applications/group-members/anne-lhuillier/> (21.02.2024)
- DPG. (2022) Monika Ritsch-Marte. <https://www.dpg-physik.de/aktivitaeten-und-programme/weitere/175-inspirierende/monika-ritsch-marte> (20.02.2024)
- Galison, P. L. (1997) Marietta Blau: Between Nazis and Nuclear. *Physics Today* 50 (11), 42-48. <https://doi.org/10.1063/1.881996>
- Hüfner, J. (2004) Nobelpreisträger in den Naturwissenschaften. Vortrag am 6. 12. 04 im Rahmen des Studium Generale. Universität Heidelberg.
- Kiewitz, S. (2016) Lise Meitner im Porträt. Max-Planck-Gesellschaft. <https://www.mpg.de/11718069/lise-meitner-im-portraet> (23.02.2024)
- Langfeld, B. (2001) Die Mathematikerin Sophie GERMAIN und ihr Beitrag zum Beweis zum FERMAT’s letztem Satz. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. <https://www.math.uni-kiel.de/de/langfeld/material/poster-germain> (28.02.2024)
- Leopoldina (2018) Curriculum Vitae Prof. Dr. Marie Curie-Sklodowska https://www.leopoldina.org/fileadmin/redaktion/Mitglieder/CV_Curie-Sklodowska_Marie_D.pdf (27.02.2024)
- Lund University, Division of Atomic Physics. Anne L’Huillier. <https://www.atomic.physics.lu.se/research/attosecond-physics-from-lasers-to-applications/group-members/anne-lhuillier/> (28.02.2024)
- Nobel Prize Outreach (2019) Donna Strickland – Biographical <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2018/strickland/biographical/> (24.02.2024)
- Nobel Prize Outreach (2024) THE NOBEL PRIZE IN PHYSICS. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/> (28.02.2024)
- Rennert, D.; Traxler, T. (2018) Lise Meitner – Pionierin des Atomzeitalters. Residenz Verlag.
- Sica, J. (2022) Männerdomäne Physik: Frauen bekommen weniger Nobelpreise und werden seltener zitiert. *Der Standard*. <https://www.derstandard.at/story/2000139742902/maennerdomaene-physik-frauen-bekommen-weniger-nobelpreise-und-werden-seltener-zitiert> (28.02.2024)
- Sime, R. L. (2013) Marietta Blau: Pioneer of Photographic Nuclear Emulsions and Particle Physics. *Physics in Perspective*, 15 (2013), 3-32. <https://doi.org/10.1007/s00016-012-0097-6>
- The Royal Society (2023) Fabiola Gianotti – Biography. <https://royalsociety.org/people/fabiola-gianotti-13813/> (24.02.2024)
- Traxler, T. (2023) Nobelpreisträgerin: "Nach heutigen Maßstäben wäre meine Arbeit ein Misserfolg gewesen" <https://www.derstandard.at/story/2000146363965/nobelpreistraegerin-nach-heutigen-massstaeben-waere-meine-arbeit-ein-misserfolg-gewesen> (24.02.2024)
- Unesco (2019) Women in Science. Fact Sheet No. 55. FS/2019/SCI/55. <https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/fs55-women-in-science-2019-en.pdf> (28.02.2024)
- Universität Duisburg-Essen (2013) Frauenanteile in der Physik. https://www.uni-due.de/genderportal/daten-fakten_fak_physik_2010.shtml (28.02.2024)
- Universität Münster (2023) Irène Joliot-Curie (1897-1956) https://www.uni-muenster.de/Physik/department/equality/women_and_physics/history/irene-joliot-curie.html (21.02.2024)
- Universität Münster (2023) Maria Göppert-Mayer (1906-1972). https://www.uni-muenster.de/Physik/department/equality/women_and_physics/history/maria-goepfert-mayer.html (21.02.2024)
- University of Waterloo (2024) Donna Strickland <https://uwaterloo.ca/physics-astronomy/profile/strickla> (24.02.2024)
- Vogt, A. (2019) Geschichte der Physik. Die ersten Physikerinnen. Springer.

7 Quellen Abbildungen

- Abb. 1 – Maurice Quentin de La Tour (18. Jh.) Madame Du Châtelet at her desk, detail. Oil on canvas. http://enlenguapropia.files.wordpress.com/2013/06/emilie_chatelet.jpg (28.02.2024)
- Abb. 2 – Unbekannter Künstler (Datum unbekannt) Laura Bassi. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Laura_Bassi.jpg (28.02.2024)
- Abb. 3 – Unbekannter Künstler (Datum unbekannt) Portrait of Sophie Germain (April 1, 1776 - June 27, 1831) <http://www.history.mcs.st-andrews.ac.uk/PictDisplay/Germain.html> (28.02.2024)
- Abb. 4 – Fotograv. - Generalstabens Litografiska Anstalt Stockholm (1911) Marie Curie, cropped from File:614x921 pixel, file size:94KB, MIME type:image/jpeg in Les Prix Nobel, p. 64 (1912) http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1911/marie-curie.html (28.02.2024)
- Abb. 5 - Couprie, B. (1927) Solvay-Konferenz, 1927. Institut International de Physique Solvay, Brussels, Belgium. http://ba.e-pics.ethz.ch/latelogin.jsp?records=:34911&r=:1587826659220#1587826682005_2 (28.02.2024)
- Abb. 6 – Reculet (07.11.2023) Sketch of Marietta Blau. https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Sketch_of_Marietta_Blau.jpg (28.02.2024)

Abb. 7 – Harcourt (Datum unbekannt) Irène Joliot-Curie
<https://wellcomecollection.org/search/works>
(28.02.2024)

Abb. 8 - United States Information Agency (1953) Lise
Meitner (1878–1968), österreichische Kernphysikerin.
<https://www.bildarchivaustria.at/Pages/ImageDetail.aspx?iBildID=2955727> (28.02.2024)

Abb. 9 – ENERGY.GOV (Unbekanntes Datum) Portrait of Dr.
Maria Goeppert-Mayer. <https://www.flickr.com/photos/departmentofenergy/10481713035/> (28.20.2024)

Abb. 10 – Oberger, B. (9. Oktober 2012) Swedish professor
Anne L’Huiller, Lund University. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anne_LHuiller_01.JPG (28.02.2024)

Abb. 11 – Nyman, B. (Dezember 2018) Nobel Laureates in
Physics 2018, Stockholm, Sweden, December 2018
<https://www.flickr.com/photos/bnsd/46183560632/>
(28.02.2024)

Abb. 12 – Brice, M. (04.12.2015) Fabiola Gianotti.
<https://cds.cern.ch/record/2116825> (28.02.2024)

Abb. 13 – LindaBG (29.08.2014) Lisa Kaltenegger.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lisa_Kaltenegger.jpg (28.02.2024)