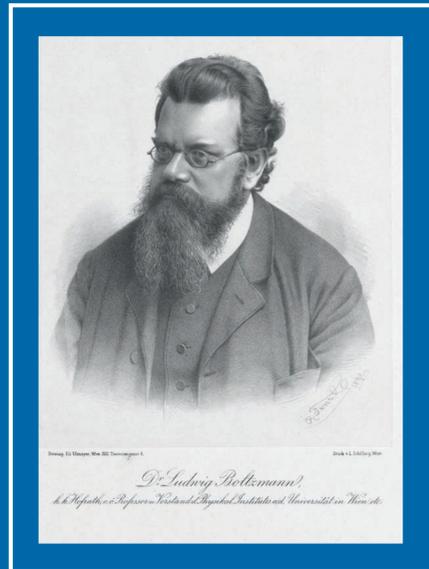


# Ludwig Boltzmann 1844 – 1906



Ludwig Boltzmann wurde am 20. Februar 1844 in Wien geboren und schied am 5. September 1906 in Duino bei Triest freiwillig aus dem Leben.

Er studierte bis 1866 Physik an der Universität Wien, wo er sich im Jahr darauf habilitierte. Nach seiner Anstellung an der Universität Wien als Assistent bei Josef Stefan, nahm er 1869 eine Professur für Mathematische Physik an der Universität Graz an, wo er 1887 auch Rektor wurde. Von 1873 bis 1876 wirkte er an der Universität Wien als Professor für Mathematik. Erst 1895, nach einem Aufenthalt in München von 1890 bis 1894 als Professor für Theoretische Physik, übernahm er den Lehrstuhl von Josef Stefan in Wien. 1900 ging Boltzmann an die Universität Leipzig, kehrte aber 1902 wieder an seinen Lehrstuhl an der Universität Wien zurück.

Boltzmann leistete Beiträge zur experimentellen und theoretischen Physik, sowie zur Mathematik. Von seiner Vielseitigkeit zeugen auch seine Wiener Vorlesungen ab 1903/04 über *Philosophie der Natur und Methodologie der Naturwissenschaften*. In den Jahren 1899 bis 1905 besuchte er dreimal die Vereinigten Staaten.

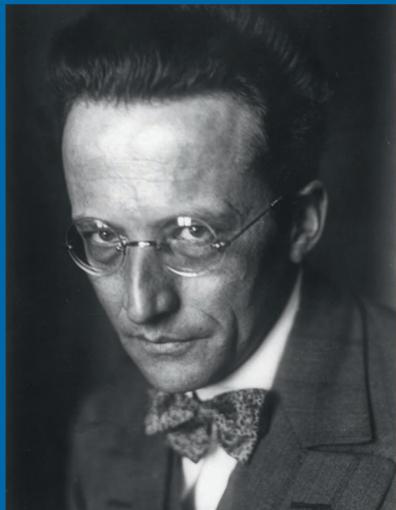
1872 bestätigte er die damals noch umstrittene Maxwellsche Elektrodynamik, indem er den geforderten Zusammenhang zwischen optischer Brechzahl und Dielektrizitätskonstante experimentell bei Schwefel nachwies.

In seinen theoretischen Arbeiten befasste sich Boltzmann vornehmlich mit der Erklärung der thermodynamischen Eigenschaften der Materie aus ihrer molekularen Struktur. Im Rahmen der kinetischen Gastheorie stellte er im Jahre 1872 die Boltzmann-Gleichung auf, die das zeitliche Verhalten der Verteilungsfunktion der Gasmoleküle beschreibt. In einer Arbeit im Jahre 1877 wandte er erstmals die Methoden der allgemeinen Statistik auf die Physik an und postulierte den Zusammenhang zwischen der Entropie  $S$  eines thermodynamischen Zustands und der Anzahl  $W$  der möglichen Mikrozustände,  $S = k_B \ln W$ , wobei  $k_B$  als die Boltzmann-Konstante bezeichnet wird. Dieser Zusammenhang zwischen Thermodynamik und Statistik ist seither der Ausgangspunkt für die Statistische Mechanik.

Boltzmann blieb ein überzeugter Anhänger der Atomistik, die er zeitlebens gegen den heftigen Widerstand ihrer Gegner verteidigte.

Boltzmann gab 1884 eine theoretische Begründung für das von seinem Lehrer Josef Stefan empirisch gefundene Gesetz über die Gesamtstrahlung eines schwarzen Körpers (Stefan-Boltzmann-Gesetz). Dabei ist die pro Fläche emittierte Strahlungsleistung  $P$  proportional zur vierten Potenz der Temperatur  $T$ . Der dabei in der Beziehung  $P = \sigma T^4$  auftretende Proportionalitätsfaktor  $\sigma$  wird heute als Stefan-Boltzmann-Konstante bezeichnet.

# Erwin Schrödinger 1887 – 1961



Erwin Schrödinger wurde am 12. August 1887 in Wien geboren, wo er am 4. Jänner 1961 auch starb. Als einer der Begründer der Quantenphysik erhielt er für seine Beiträge zu ihrer Entwicklung 1933 den Nobelpreis für Physik gemeinsam mit Paul A. M. Dirac.

Schrödinger studierte von 1906 bis 1910 Mathematik und Physik an der Universität Wien, war ab 1911 Aushilfsassistent bei Prof. Franz S. Exner und habilitierte sich 1914. Nach dem Ersten Weltkrieg folgte er Berufungen nach Jena, Stuttgart, Breslau und Zürich.

1927 ging Schrödinger als Nachfolger Max Plancks nach Berlin. Wegen seiner Ablehnung des Nationalsozialismus verließ er 1933 Deutschland und ging zunächst nach Oxford, dann 1936 nach Graz, das er 1938 verlassen musste. 1940 wurde er Direktor der School of Theoretical Physics des damals neu gegründeten *Dublin Institute for Advanced Studies*. 1956 kehrte Schrödinger an einen eigens für ihn am Institut für Theoretische Physik geschaffenen Lehrstuhl zur Universität Wien zurück. Die Republik Österreich ehrte ihn posthum durch Abdruck seines Porträts auf der 1000 Schilling Banknote (1983).

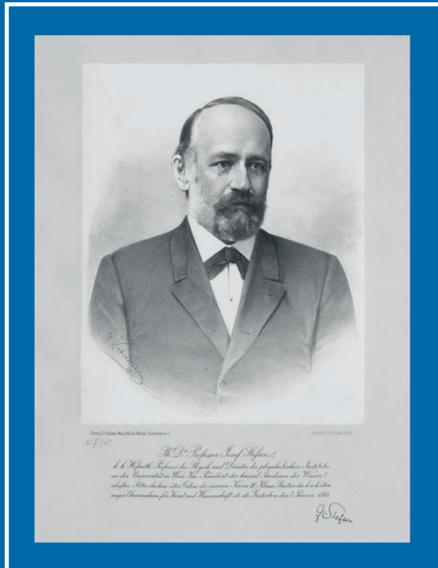
Schrödinger befasste sich zunächst hauptsächlich mit Problemen der Gravitationstheorie und der statistischen Physik sowie mit der Theorie des Farbsehens, wandte sich aber bald ganz der Atomtheorie zu. Im Jahr 1926 erschienen seine vier

grundlegenden Arbeiten über die Wellenmechanik. Aufbauend auf die Quantelungsmethode von Louis de Broglie für Materiewellen entwickelte er eine Theorie der nichtrelativistischen Quantenmechanik. Unter Verwendung der Analogie zwischen dem Fermatschen Prinzip für die Lichtausbreitung und dem Hamiltonschen Prinzip der Mechanik gelangte er über die Hamilton-Jacobische Differentialgleichung zur Schrödingergleichung. Von dieser ausgehend gelang ihm die theoretische Erklärung der Energieniveaus des Wasserstoffatoms. Im Folgenden bewies er die mathematische Äquivalenz der Theorie der Wellenmechanik und der Matrixformulierung von Heisenberg, Born und Jordan.

Trotz der gewaltigen Erfolge der von ihm mitbegründeten Quantentheorie, konnte er sich, ähnlich wie Einstein, mit der auf Max Born zurückgehenden statistischen Interpretation der Wellenfunktion nie wirklich anfreunden. Seine Antrittsvorlesung an der Universität Wien im Jahre 1956 hielt er unter dem Titel *Die Krise des Atombegriffs*. In seinem als *Schrödingersche Katze* bekannten Gedankenexperiment stellte er die Frage nach den „bizarren“ Auswirkungen der Quantenmechanik auf makroskopische Systeme.

Neben Beiträgen zur allgemeinen Relativitätstheorie und einer vereinheitlichenden Feldtheorie zu Gravitation und Elektromagnetismus, beschäftigte sich Schrödinger auch mit Biologie. Mit seinem visionären Buch *Was ist Leben?* (1944) gab er der Entwicklung der Molekularbiologie entscheidende Impulse.

# Josef Stefan 1835 – 1893



Josef Stefan, ursprünglich Jožef Stefan, wurde am 24. März 1835 in St. Peter (bei Klagenfurt) geboren und starb am 7. Januar 1893 in Wien.

1853 zog er nach Wien, wo er an der Universität Wien bis 1857 Mathematik und Physik studierte, 1859 promovierte und sich für mathematische Physik habilitierte. Nachdem er Lehrer an einer Oberrealschule in Wien war, wurde er 1863 Professor der höheren Mathematik und Physik an der Universität Wien. Damit war er der jüngste ordentliche Professor der damaligen

k. u. k. Monarchie. 1865 wurde er Direktor des Physikalischen Instituts und war 1876/77 Rektor der Universität Wien.

Stefan lieferte Beiträge zu einer Vielzahl von Themen betreffend Hydrodynamik, Schall, Natur des Lichts, Elektrizitätslehre und gab wichtige Berechnungen zur Theorie der Wechselströme. So berechnete er die Induktionskoeffizienten von Drahtrollen. Insgesamt umfasst sein Werk 85 wissenschaftliche Publikationen, die meisten erschienen in Zeitschriften der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

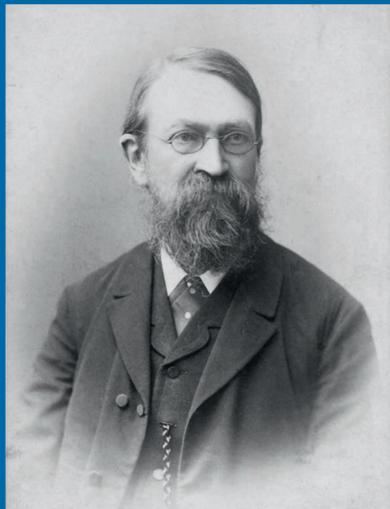
Seine wissenschaftlich bedeutsamsten Beiträge aber lieferte er zur kinetischen Gastheorie, speziell in den Bereichen Diffusion und Verdampfung, und zur Strahlung schwarzer Körper. Stefan gelang es, zusammen mit Helmholtz, die Maxwellsche Theorie, die sich mit elektromagnetischen Feldern in ruhenden Medien befasst, auch auf dem europäischen Kontinent durchzusetzen.

1879 fand er empirisch das 1897 nach ihm und Ludwig Boltzmann benannte Strahlungsgesetz, wonach die von einem schwarzen Körper ausgestrahlte thermische Strahlungsflussdichte  $P$  in direktem proportionalen Zusammenhang zur vierten Potenz der Temperatur  $T$  steht:

$$P = \sigma T^4$$

Dieses Gesetz wurde 1884 von seinem Schüler Boltzmann theoretisch abgeleitet. Damit gelang es Stefan erstmals, die Temperatur der Sonnenoberfläche zu berechnen. Im 20. Jahrhundert ergab sich dasselbe Gesetz als Integral des Planckschen Strahlungsgesetzes (1900) für schwarze Körper, und mit der Einführung des Planckschen Wirkungsquantums zählt die Konstante  $\sigma$  als Stefan-Boltzmann-Konstante zu den abgeleiteten Naturkonstanten.

# Ernst Mach 1838 – 1916



Ernst Mach wurde am 18. Februar 1838 in Chirlitz (Chrlice) bei Brünn in Mähren, heute Tschechien, geboren und starb am 19. Februar 1916 in Haar bei München.

Mach wurde zuerst von seinen Eltern unterrichtet, besuchte aber ab 1853 das Piaristen-Gymnasium in Kremsier (Kroměříž), wo er zwei Jahre später die Matura ablegte. Von 1855 bis 1860 studierte er Mathematik und Naturwissenschaften an der Universität Wien, ein Jahr später habilitierte er sich und wirkte dann als Privatdozent.

Ab 1864 war er als Professor für Mathematik sowie ab

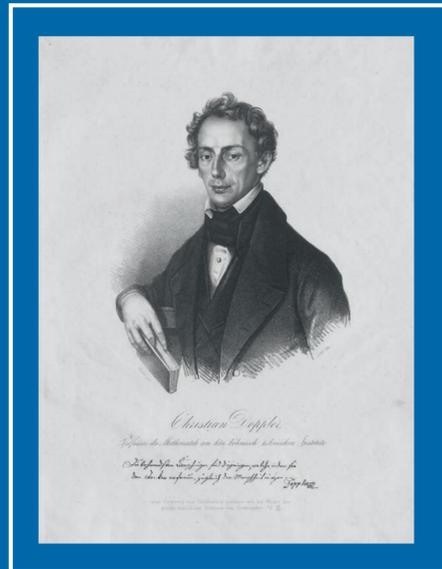
1866 als Ordinarius für Physik an der Universität Graz tätig. 1867 folgte er dem Ruf an die Karls-Universität in Prag auf den Lehrstuhl für Experimentalphysik. 1872/73 war er Dekan, 1879/80 und 1883/84 Rektor der Universität. 1895 wurde er als Professor für *Philosophie, insbesondere Geschichte und Theorie der induktiven Wissenschaften* an die Universität Wien berufen. 1913 zog er sich aus der Wissenschaft zurück und übersiedelte zu seinem Sohn Ludwig nach Vaterstätten bei München.

Sein wissenschaftliches Wirken erstreckte sich nicht ausschließlich auf die Physik, wo er sich hauptsächlich mit Mechanik, Wärmelehre und Optik beschäftigte.

Er lieferte zudem Beiträge zur Sinnesphysiologie, Philosophie, Erkenntnistheorie und Physikgeschichte. 1865 entdeckte er bei seinen Arbeiten in der Sinnesphysiologie unter anderem die so genannten Machbänder, sowie ein Sinnesorgan im Innenohr.

Mach interessierte sich für die Anwendung des Dopplereffekts, den er 1860 akustisch experimentell im Labor bestätigte, und schlug schon lange vor den entsprechenden Arbeiten vor, den Dopplereffekt zur Bestimmung der Relativgeschwindigkeit von Fixsternen oder zur Untersuchung von schnell fliegenden Projektilen zu benutzen. Unabhängig von Hippolyte Fizeau (1848) wies auch Mach (1860) auf die Möglichkeit der Messung von Doppler-Linienverschiebungen in Sternspektren hin. Durch die Vervollkommnung der Stroboskopie und der Kurzzeitphotographie gelangen ihm Aufnahmen von Luftwellen und von mit Überschallgeschwindigkeit fliegenden Projektilen. Die Begriffe *Mach-Zahl* (das Verhältnis der Geschwindigkeit eines bewegten Objekts zur Schallgeschwindigkeit im Medium) und *Mach-Kegel* (die Verdichtungswelle bei mit Überschallgeschwindigkeit fliegenden Projektilen), gehen auf diese Arbeiten Machs zurück. Machs Arbeiten auf dem Gebiet der Wissenschaftstheorie waren wichtig für die Physik (Einsteins allgemeine Relativitätstheorie) und die Philosophie der Moderne.

# Christian Doppler 1803 – 1853



Christian Andreas Doppler wurde am 29. November 1803 in Salzburg geboren und starb am 17. März 1853 in Venedig.

1822 begann Doppler seine Studien der Mathematik, Physik und Geometrie am Polytechnischen Institut (heutige Technische Universität) in Wien. 1829 wurde er dort Assistent für höhere Mathematik. 1835 ging er als Professor an die Realschule in Prag und wurde 1841 Professor für Praktische Geometrie am Polytechnischen Institut in Prag. Ab 1848 war er Professor für Praktische Geometrie am Polytechnischen Institut in Wien, bis er 1850 von Kaiser Franz Josef zum Professor für Experimentalphysik und ersten Direktor des neu gegründeten Physikalischen Instituts der Universität Wien berufen wurde.

Doppler arbeitete vor allem auf den Gebieten der Analytischen Geometrie, der Akustik, der Optik, der Elektrizitätslehre und der Astronomie und forschte in späteren Jahren auch über Atome.

Am bekanntesten ist Doppler durch den nach ihm benannten Dopplereffekt, der die Frequenz beschreibt, die ein Beobachter wahrnimmt, wenn sich Quelle oder Beobachter relativ zueinander bewegen. Dieser Effekt wurde von ihm 1842 sowohl für Licht als auch für Schall vorausgesagt und 1844 für Schall experimentell bestätigt. Ab 1846 befasste sich Doppler mit der Erweiterung des Effektes auf die gleichzeitige Bewegung von Quelle und Beobachter.

Für einen ruhenden Beobachter erscheint die von der bewegten Quelle ausgesandte Frequenz  $f$  als  $f'$ :

$$f' = \frac{f}{1 - \frac{v}{c}}$$

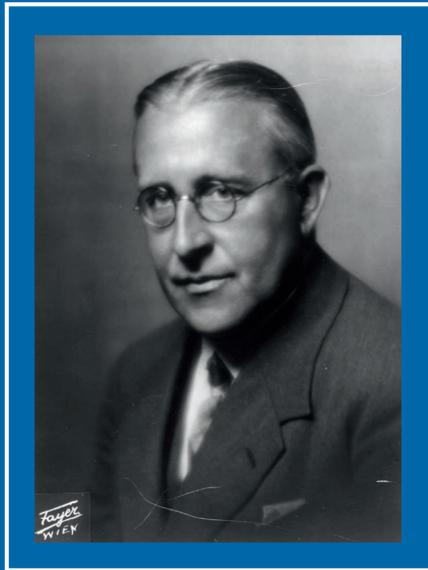
wobei  $v$  die Geschwindigkeit der Quelle und  $c$  die Schallgeschwindigkeit bezeichnet. 1844 wies Christoph Buys-Ballot erstmals den akustischen Dopplereffekt mittels Blasmusikanten auf fahrenden Eisenbahnwagen nach. 1860 erfolgte der Nachweis im Labor durch Ernst Mach. Das optische Dopplerprinzip wurde erstmals 1876 von Carl Vogel durch seine spektrographischen Untersuchungen an der Sonne bestätigt.

Mit dem Dopplereffekt wurde es uns möglich, die Geschwindigkeit von Sternen oder Sternsystemen relativ zur Erde zu messen. Aus der Rotverschiebung der Spektrallinien in den Sternspektren ergaben sich Anzeichen für die Expansion des Weltalls (entdeckt von Edwin Hubble). Weitere Anwendungen des Dopplereffektes finden sich heute in der Geodäsie, als Doppler-Radar für den Wetterdienst oder für die Verkehrsüberwachung, als Doppler-Sonograph in der Medizin, als Doppler-Navigationsverfahren in der Luft- und Raumfahrt und als Laser-Doppler-Anemometer in der Strömungsmechanik.

# Victor Franz Hess 1883 – 1964



universität  
wien



Victor Franz Hess, geboren am 24. Juni 1883 in Schloss Waldstein, Steiermark, und gestorben am 17. Dezember 1964 in Mt. Vernon im Staate New York, studierte Physik in Graz. Von 1906 bis 1910 war er Assistent unter Stefan Meyer am II. Physikalischen Institut der Universität Wien und von 1908 bis 1920 Honorarprofessor an der Tierärztlichen Hochschule in Wien. 1910 habilitierte Hess sich und erhielt die erste Assistentenstelle unter Stefan Meyer an dem in Wien neu gegründeten Institut für Radiumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. 1919

erhielt er den Titel eines ao. Professors an der Universität Wien und wurde 1920 zum ao. Professor in Graz ernannt. 1921 wurde er beurlaubt, um zwei Jahre in den USA als Chefphysiker der US Radium Corporation in Orange, N.J., zu arbeiten. 1925 wurde er ordentlicher Professor für Experimentalphysik an der Universität Graz und 1931 wurde er zum Professor der Experimentalphysik an die Universität Innsbruck und Vorstand des dort neu gegründeten Instituts für Strahlenforschung berufen. 1936 erhielt er den Nobelpreis für Physik für die Entdeckung der Höhenstrahlung. 1937 kam erneut der Ruf an die Universität Graz. Nach seinen öffentlichen Äußerungen gegen den Nationalsozialismus und aufgrund der jüdischen Abstammung seiner Frau Maria wurde er 1938 fristlos und ohne Pension entlassen und musste unter Zurücklassung seines Vermögens

emigrieren. Er erhielt eine Berufung an die Fordham Universität (New York), wo er bis zu seiner Emeritierung 1956 lehrte. 1944 wurde er Staatsbürger der USA, nannte sich ab dann Victor Francis und kehrte nach dem Krieg nur mehr besuchsweise nach Innsbruck und Wien zurück.

Zu Beginn seines wissenschaftlichen Schaffens beschäftigte sich Hess unter anderem mit Elektrizität. Weiters interessierte er sich für Kernzerfalls- und Kernumwandlungsprozesse und für die Radioaktivität von Gesteinen. Später befasste er sich eingehend mit meteorologischen Phänomenen und lieferte wichtige Beiträge zur Strahlenbiologie.

Sein wissenschaftliches Lebenswerk aber galt der Untersuchung der kosmischen Strahlung. Bereits 1911 begann er mit den Untersuchungen der Luftionisation, indem er bei Ballonaufstiegen in bis zu 5350 Meter Höhe Messungen zur Leitfähigkeit der Luft machte. Um die Zunahme der Ionisation mit der Höhe zu erklären, postulierte er 1912 die kosmische Strahlung, die er *Höhenstrahlung* nannte. Er hielt zwar die hauptsächlich aus Protonen bestehende kosmische Strahlung für harte Gammastrahlung, konnte aber richtig deren kosmischen Ursprung nachweisen. Seine zunächst umstrittenen Ergebnisse wurden 1913 von Werner Kolhörster bestätigt. Ebenfalls 1913 richtete Hess eine Station für Dauerbeobachtungen auf dem Hochobir ein, 1931 dann eine weitere Messstation auf dem Hafelekar bei Innsbruck.

# Lise Meitner 1878–1968



Lise Meitner, geboren am 17. November 1878 in Wien und gestorben am 27. Oktober 1968 in Cambridge, studierte ab 1901 an der Universität Wien Physik, Mathematik und Philosophie. 1906 promovierte sie als zweite Frau in Physik an der Universität Wien und arbeitete unter Stefan Meyer am Institut für Theoretische Physik. Ab Herbst 1906 arbeitete sie mit Otto Hahn als „unbezahlter Gast“ an dessen neu gegründeter Abteilung für Radiochemie des Chemischen Instituts der Universität Berlin. 1912 wurde sie Assistentin bei Max Planck und 1913 Mitglied

im neu gegründeten Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem, wo sie ab 1917 die für sie neu gegründete physikalisch-radioaktive Abteilung des Instituts leitete. 1922 habilitierte sie sich, ihre Lehrbefugnis wurde ihr aber 1933 aufgrund ihrer jüdischen Abstammung entzogen. Sie emigrierte 1938 nach Schweden, wo sie bis 1946 am Nobel-Institut von Manne Siegbahn weiter forschte. Ab 1947 leitete Meitner die kernphysikalische Abteilung des Physikalischen Instituts der Kgl. Technischen Hochschule Stockholm, ab 1953 die der Kgl. Akademie der Ingenieurwissenschaften, bis sie 1961 zu Mitgliedern ihrer Familie nach Großbritannien zog.

Während ihrer gesamten wissenschaftlichen Karriere beschäftigte sich Lise Meitner mit der Radioaktivität. Sie begann ihre Untersuchungen mit Arbeiten zu

Alpha- und Betastrahlung, 1918 entdeckte sie gemeinsam mit Otto Hahn das Element Protactinium (Element 91). Noch in Berlin arbeitete sie an der Beschreibung des Betazerfalls, lieferte Arbeiten zu Gammastrahlung, Alphastrahlung und Kernaufbau. Mit Otto Hahn entdeckte sie einige weitere Radionuklide, ab 1934 suchten sie gemeinsam nach Transuranen. Bereits 1922 deutete Meitner unabhängig von Auger den Auger-Effekt (strahlungsloser Übergang innerhalb der Elektronenhülle eines Atoms).

In Schweden gelang ihr mit Otto Robert Frisch 1938 die kernphysikalische Deutung der Kernspaltung als eine neue Art von Kernreaktion und die Berechnung der bei Kernspaltungen frei werdenden Energie. Sie erhielt Angebote von den USA, sich an der Entwicklung der Atombombe zu beteiligen, was sie aber als überzeugte Pazifistin ablehnte.

In dieser Zeit forschte sie vor allem an der Berechnung von Spaltungsenergien, sowie an der Erklärung der asymmetrischen Spaltung des Uranatomkerns. Meitner wies weiters nach, dass Gammastrahlen erst nach einer Kernumwandlung emittiert werden, und dass bei der Paarerzeugung Positronen entstehen.

Sie erhielt zahlreiche Ehrungen und Auszeichnungen, wie etwa die Leibniz-Medaille, die Max-Planck-Medaille, den ersten Otto-Hahn-Preis für Chemie und Physik und den Enrico-Fermi-Preis. Außerdem wurde ihr zu Ehren im Jahre 1997 das künstlich hergestellte Element 109 *Meitnerium* genannt.