

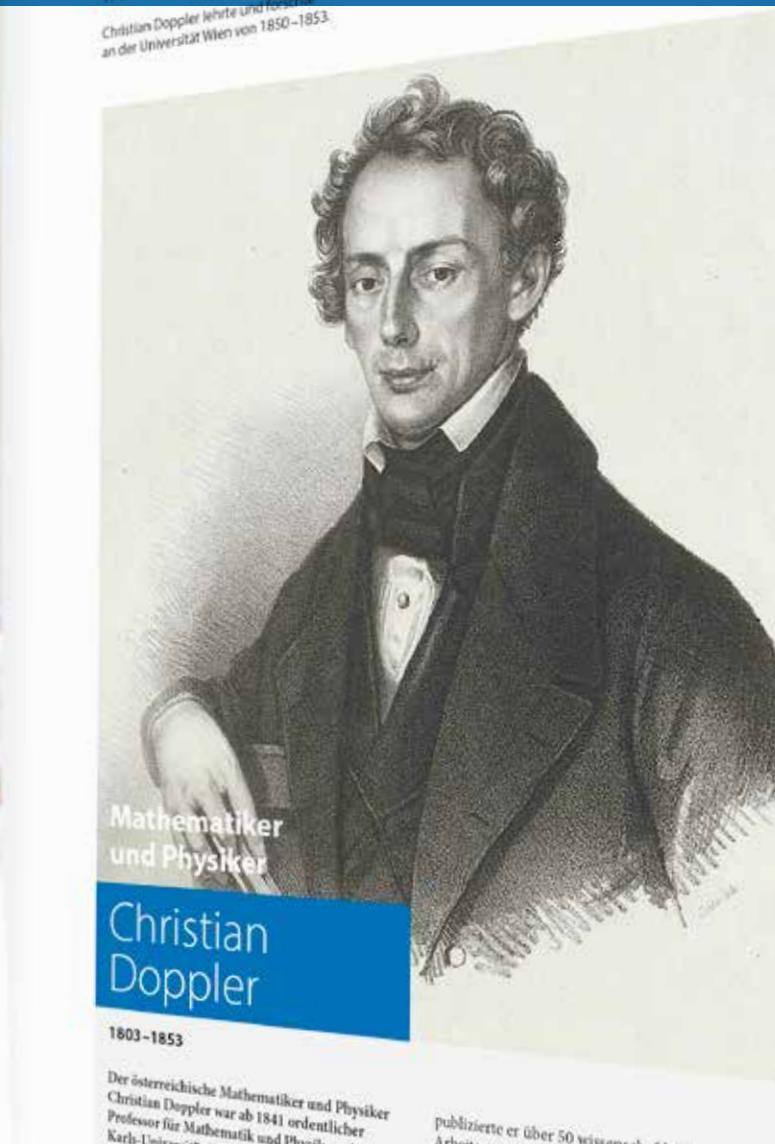


# Innovation durch Grundlagenforschung

DER BEITRAG WISSENSCHAFTLICHER THEORIEN UND  
ENTDECKUNGEN ZUM GESAMTGESELLSCHAFTLICHEN FORTSCHRITT

*Die praktische Wissenschaft zeigt  
den wahren Wert der theoretischen Lehren auf wirklich  
vorliegenden Fällen; aber sie zeigt sie eben nur.  
Die wissenschaftlichen Theorien dagegen  
wendet diese selber an.*

Christian Doppler lehrte und forschte  
an der Universität Wien von 1850–1853.



Mathematiker  
und Physiker

Christian  
Doppler

1803–1853

Der österreichische Mathematiker und Physiker  
Christian Doppler war ab 1841 ordentlicher  
Professor für Mathematik und Physik an der  
Karl-Ferdinand-Universität in Prag.

publizierte er über 50 wissenschaftliche  
Arbeiten.



univ  
wie

BEGLEITHEFT ZUR AUSSTELLUNG  
AN DER UNIVERSITÄT WIEN

# Innovation durch Grundlagenforschung

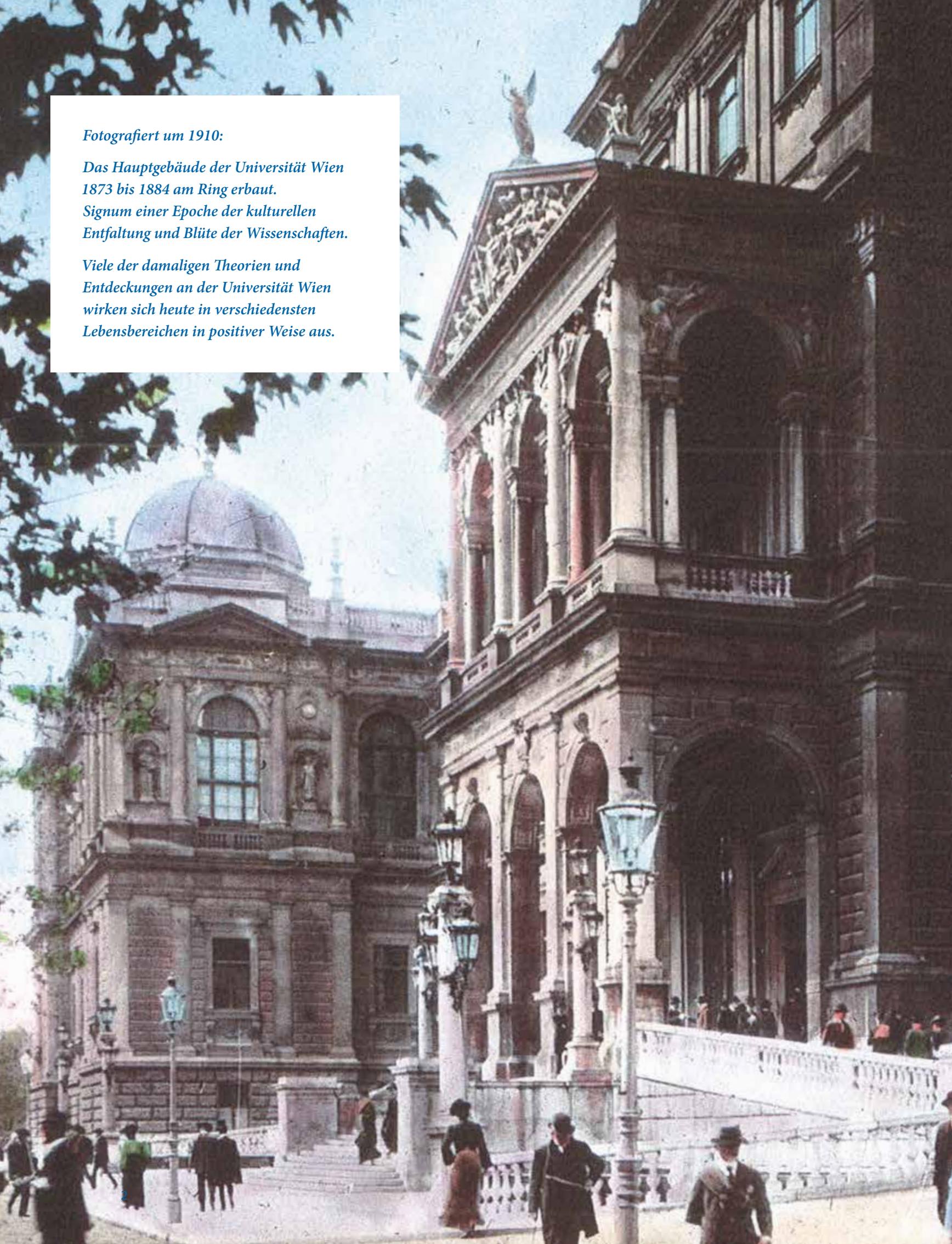


*Fotografiert um 1910:*

*Das Hauptgebäude der Universität Wien  
1873 bis 1884 am Ring erbaut.*

*Signum einer Epoche der kulturellen  
Entfaltung und Blüte der Wissenschaften.*

*Viele der damaligen Theorien und  
Entdeckungen an der Universität Wien  
wirken sich heute in verschiedensten  
Lebensbereichen in positiver Weise aus.*



# Inhalt

Vorwort des Rektors	5
Einleitung zum Begleitheft	7
Theorien und Entdeckungen von ForscherInnen an der Universität Wien im 19. und frühen 20. Jahrhundert	9
Zur nachhaltigen Bedeutung des Werks eminenten WissenschaftlerInnen an der Universität Wien	11
<b>14 PORTRÄTS</b>	<b>15</b>
<b>Johann Radon.</b> Von der Radon-Transformation zur Tomographie	16
<b>Kurt Gödel.</b> Von der Berechenbarkeit zum modernen Computer	20
<b>Christian Doppler.</b> Vom Doppler-Effekt zum Global Positioning System	24
<b>Ludwig Boltzmann.</b> Statistische Mechanik. Entropie und Atome	28
<b>Erwin Schrödinger.</b> Von der Quantenmechanik zur Quantentechnologie	32
<b>Lise Meitner.</b> Von der Radiumforschung zur Nutzung der Kernenergie	36
<b>Karl Landsteiner.</b> Von der Serologie zur Bluttransfusion	40
<b>Eduard Suess.</b> Von der Geologie zur Wiener Hochquellenleitung	44
<b>Karl Anton von Martini und Franz von Zeiller.</b> Vom ABGB zum modernen Rechtsstaat	48
<b>Eugen Böhm-Bawerk.</b> Von der Kapitaltheorie zur Einkommenssteuer	52
<b>Oskar Morgenstern.</b> Die Spieltheorie: Von der Ökonomie zur Biologie	56
<b>Marie Jahoda und Paul Lazarsfeld.</b> Arbeitslose und Opinion Leader	60
Die Ausstellung – Vernissage, hoher Besuch und Projektteam	65
Impressum	66
Der Arkadenhof der Universität Wien	68

# Arbeitslose

Jahoda und Lazarsfeld waren Pioniere der Soziologie. Sie verbanden ihre soziologische Forschung mit Mathematik und Psychologie.

Wir haben die Wissenschaftler der beiden Männer betrachtet. Wir haben die Verfahren und die Arbeit betrachtet, die sie gemacht haben. Wir haben gesehen, dass die Ergebnisse nicht nur positiv, sondern auch negativ sind.



Sozialpsychologie  
Marie Jahoda



Soziologie  
Paul Lazarsfeld

Marie Jahoda war eine Sozialpsychologin, die sich mit der Rolle der Arbeit in der menschlichen Psyche beschäftigte. Sie war eine der ersten, die die Auswirkungen von Arbeitslosigkeit auf die psychische Gesundheit untersuchte.

Paul Lazarsfeld war ein Soziologe, der sich mit der Rolle der Arbeit in der menschlichen Psyche beschäftigte. Er war einer der ersten, die die Auswirkungen von Arbeitslosigkeit auf die psychische Gesundheit untersuchte.

1933 Die Arbeitslosen von Maristhal. Ein soziologischer Versuch über die Wirkung langandauernder Arbeitslosigkeit.

Die Arbeitslosen von Maristhal war ein soziologischer Versuch über die Wirkung langandauernder Arbeitslosigkeit. Die Studie wurde von Paul Lazarsfeld und seinen Mitarbeitern durchgeführt. Sie untersuchte die Auswirkungen von Arbeitslosigkeit auf die psychische Gesundheit der Teilnehmer.



# und Opinion Leader

Wissenschaftler versuchten, soziale und psychologische Prozesse zu verstehen.



Karl Roffa



Die Arbeitslosen von Maristhal war ein soziologischer Versuch über die Wirkung langandauernder Arbeitslosigkeit.



# ENTDECKUNGEN DER UNIVERSITÄT WIEN 20. JAHRHUNDERT

- 1901: Die Entdeckung der Röntgenstrahlung durch Wilhelm Conrad Röntgen.
- 1905: Die Entdeckung der Quantenmechanik durch Max Planck.
- 1911: Die Entdeckung der Struktur der Materie durch Ernest Rutherford.
- 1915: Die Entdeckung der Relativitätstheorie durch Albert Einstein.
- 1927: Die Entdeckung der Quantenmechanik durch Erwin Schrödinger.
- 1933: Die Entdeckung der Arbeitslosen von Maristhal durch Paul Lazarsfeld.
- 1935: Die Entdeckung der Sozialpsychologie durch Kurt Lewin.
- 1938: Die Entdeckung der Genetik durch Gregor Mendel.
- 1940: Die Entdeckung der DNA-Struktur durch James Watson und Francis Crick.
- 1945: Die Entdeckung der Atombombe durch Albert Einstein.
- 1950: Die Entdeckung der Penicillin-Resistenz durch Alexander Fleming.
- 1955: Die Entdeckung der DNA-Replikation durch Matthew Meselson und Franklin Stahl.
- 1960: Die Entdeckung der DNA-Struktur durch James Watson und Francis Crick.
- 1965: Die Entdeckung der DNA-Replikation durch Matthew Meselson und Franklin Stahl.
- 1970: Die Entdeckung der DNA-Struktur durch James Watson und Francis Crick.
- 1975: Die Entdeckung der DNA-Replikation durch Matthew Meselson und Franklin Stahl.
- 1980: Die Entdeckung der DNA-Struktur durch James Watson und Francis Crick.
- 1985: Die Entdeckung der DNA-Replikation durch Matthew Meselson und Franklin Stahl.
- 1990: Die Entdeckung der DNA-Struktur durch James Watson und Francis Crick.
- 1995: Die Entdeckung der DNA-Replikation durch Matthew Meselson und Franklin Stahl.
- 2000: Die Entdeckung der DNA-Struktur durch James Watson und Francis Crick.
- 2005: Die Entdeckung der DNA-Replikation durch Matthew Meselson und Franklin Stahl.
- 2010: Die Entdeckung der DNA-Struktur durch James Watson und Francis Crick.
- 2015: Die Entdeckung der DNA-Replikation durch Matthew Meselson und Franklin Stahl.
- 2020: Die Entdeckung der DNA-Struktur durch James Watson und Francis Crick.



## VORWORT DES REKTORS



Anlässlich ihres 650-Jahr-Jubiläums 2015 ergriff die Universität Wien die Gelegenheit, der Öffentlichkeit Einblick in die Arbeit an der Universität zu geben und zu zeigen, welche gesellschaftliche und wirtschaftliche Wirkung und Strahlkraft von dieser Arbeit ausgehen. So hat die Alma Mater Rudolphina im vergangenen Jahr zahlreiche Veranstaltungen durchgeführt, die die Relevanz von Forschung und Lehre für die Weiterentwicklung der Gesellschaft und die Bildung künftiger Generationen deutlich machen. Diese Absicht verfolgt auch eine heuer neu gestaltete Präsentation zur Wirkungsgeschichte herausragender Forschungsleistungen im Umfeld der Universität Wien, die Ausstellung „Innovation durch Grundlagenforschung“.

Das vorliegende Begleitheft vermittelt Einblicke in diese Ausstellung, die im März 2016 in der Aula des Hauptgebäudes der Universität Wien eröffnet wurde und in der Folge an verschiedenen Standorten innerhalb und später auch außerhalb der Universität Wien gezeigt wird. Die Ausstellung nennt für einen Zeitraum von 150 Jahren zwischen 1800 und 1950 über 30 WissenschaftlerInnen an der Universität Wien, deren Theorien und Entdeckungen von eminenter Bedeutung sind. Eine Auswahl von 26 Namen wird besprochen, darunter 14 ausführlich. Detailreiche Porträts von ForscherInnen aus verschiedenen Fächern illustrieren das Hauptthema, die Wirkung wissenschaftlicher Spitzenleistungen. Erzählt wird eine außergewöhnliche Erfolgsgeschichte, die wir gegenüber den kommenden Generationen verpflichtet sind fortzusetzen.

Heinz W. Engl

# INNOVATION DURCH GRUNDLAGENFORSCHUNG

Eine Ausstellung zur Wirkungsgeschichte herausragender Forschungsleistungen an der Universität Wien

Hochschulen und Universitäten 'produzieren' die Grundlagen des ökonomischen Kapitals:

- Information und neues Wissen als Ergebnis der gelenkten Grundlagenforschung
- Bildung und Problemlösungskompetenz ihrer Absolventen durch die forschungsgelenkte Lehre

Die Produktion und Verteilung von Wissen beeinflusst in vielfältiger Weise die Gesellschaft, insbesondere ihre soziale Differenzierung. Wird diese Produktion und Verteilung verlangsamt, hat das negative Auswirkungen zur Folge: Technologische Abhängigkeit, reduziertes Wirtschaftswachstum und niedriger Bildungsgrad der Bevölkerung.

Die hier gezeigte historisch-biografisch angelegte Ausstellung illustriert an Beispielen aus den Naturwissenschaften und den Geisteswissenschaften, wie sich bedeutende Ergebnisse der Grundlagenforschung – oft erst nach längerer Zeit – in der Gesellschaft positiv auswirken. Wissenschaftliche Erkenntnisse, Entdeckungen und Erfindungen sind ein Motor von Innovationen und damit des wirtschaftlichen Wachstums. Die durch Grundlagenforschung stimulierten Innovationen verbessern die allgemeinen Lebensbedingungen der Bevölkerung.

Lebensbedingungen der sozialen

Die Ausstellung zeigt die Wirkungsgeschichte der Grundlagenforschung an der Universität Wien und belegt die langfristige Wirkung in der Gesellschaft. Und die Ausstellung belegt die Bedeutung der Grundlagenforschung für die Entwicklung der Gesellschaft. Viele der Theorien und Entdeckungen der Grundlagenforschung sind heute unverzichtbar für die Entwicklung der Gesellschaft. Die Grundlagenforschung ist ein Motor von Innovationen und damit des wirtschaftlichen Wachstums. Die durch Grundlagenforschung stimulierten Innovationen verbessern die allgemeinen Lebensbedingungen der Bevölkerung.

## Von der Geologie



Eduard Suess

## zur Wiener H

Als Wissenschaftler und...  
der Wiener Hochquellenwasserleitung

Die Wiener Hochquellenwasserleitung ist ein Meisterwerk der Technik. Sie wurde von Eduard Suess entworfen und von ihm geleitet. Die Leitung führt Wasser aus den Bergen der Wiener Alpen in die Stadt Wien. Sie ist ein Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik.

Die Wiener Hochquellenwasserleitung ist ein Meisterwerk der Technik. Sie wurde von Eduard Suess entworfen und von ihm geleitet. Die Leitung führt Wasser aus den Bergen der Wiener Alpen in die Stadt Wien. Sie ist ein Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik.



Die Wiener Hochquellenwasserleitung

*„Wir waren der Überzeugung, dass die Menschheit fähig ist, ihre Lebensbedingungen so umzugestalten, dass viele der heutigen Leiden vermieden und die äußere und innere Lebenssituation für den Einzelnen und die Gemeinschaft und schließlich für die ganze Menschheit wesentlich verbessert werden könnte. [Und wir teilten die Ansicht], dass die wissenschaftliche Methode die beste Methode der Erkenntnisgewinnung ist und die Wissenschaft deshalb als eines der wertvollsten Instrumente zur Verbesserung des Lebens betrachtet werden muss.“*

Rudolf Carnap über den „wissenschaftlichen Humanismus“ (1963). Carnap (1891–1970) lehrte an der Universität Wien von 1926 bis 1931.

# Neue Erkenntnisse und unerwartete Anwendungen

Eine Wanderausstellung der Universität Wien porträtiert Leistungen der Grundlagenforschung, die weitreichende Innovationen ausgelöst haben. Das vorliegende Begleitheft dient der vertieften Auseinandersetzung mit dieser Thematik.

Viele der an der Universität Wien und im Umfeld der Universität Wien seit dem späten 18. Jahrhundert entwickelten Theorien und gelungenen Entdeckungen stellen sich im Rückblick als Initialzündung für technische Innovationen oder notwendige gesellschaftspolitische Veränderungen dar. In so unterschiedlichen Bereichen wie Medizin und Technik, Information und Kommunikation oder Rechtssystem und Demokratie haben Ergebnisse der Grundlagenforschung in Fächern wie Mathematik, Physik, Chemie, Geologie, Astronomie, sowie Soziologie, Rechtswissenschaften und Philosophie bahnbrechende Neuerungen bewirkt und damit wesentlich zur Verbesserung der Lebensbedingungen beigetragen. Wissenschaftliche Entdeckungen und die dadurch ausgelösten technischen und gesellschaftlichen Entwicklungen fördern das Wachstum, den allgemeinen Bildungsgrad der Bevölkerung und den Wohlstand.

Innovation ist jedoch nicht als primäres Forschungsziel zu sehen. Vielmehr haben die Neugier der Forschenden und das Bestreben nach einem tieferen Verständnis vorhandenen Wissens die Forschung angetrieben und damit, oft auch auf unkonventionellen Wegen, überraschend Neues hervorgebracht. Wir erkennen heute die große Bedeutung der Grundlagenforschung für die Entwicklung anwendungsfähigen Wissens und innovativer praktischer Erfindungen. Dabei sehen wir auch die Notwendigkeit, die Folgen neuer Technologien abzuschätzen und wissenschaftlich zu untersuchen.

Das Begleitheft zur Ausstellung „Innovation durch Grundlagenforschung“ illustriert anhand von Beispielen aus Mathematik, Medizin, Natur- und Geisteswissenschaften wie bedeutende Ergebnisse der Grundlagenforschung – oft erst nach längerer Zeit – zum gesamtgesellschaftlichen Fortschritt beigetragen haben.



INNOVATION DURCH  
GRUNDLAGENFORSCHUNG  
Wissenschaftliche Grundlagen der Wirtschaftswissenschaften

„Die lohnendsten Forschungen  
sind diejenigen, welche,  
indem sie den Denker erfreuen,  
zugleich der Menschheit nützlich sind.“  
Christian Doppler

*„Der steigende Anteil der wissensproduzierenden Arbeit im Verhältnis zur physischen Arbeit ist eng verbunden mit einer steigenden Produktivität und daher mit der wirtschaftlichen Wachstumsrate.“*

Fritz Machlup in *The Production and Distribution of Knowledge in the United States* (1962).  
Machlup (1902–1983) studierte an der Universität Wien und lehrte ab 1960 an der Universität Princeton.

Theorien und Entdeckungen  
von ForscherInnen  
an der Universität Wien  
im Zeitraum vom späten  
18. Jahrhundert bis zur Mitte  
des 20. Jahrhunderts

FORSCHERINNEN		WISSENSCHAFTLICHE LEISTUNG	WIRKUNG UND ANWENDUNG
Karl Anton von Martini	1726–1800	Allgemeines Bürgerliches Gesetzbuch (ABGB)	Österreichisches Rechtssystem
Franz von Zeiller	1751–1828		
Georg Prochaska	1749–1820	Theorie der Nervenreflexe	Neurophysiologie
Christian Doppler	1803–1853	Doppler-Effekt	Radar, GPS, Ultraschalldiagnostik
Carl von Rokitansky	1804–1878	Pathologische Anatomie	Mitbegründer der naturwissenschaftlichen Medizin
Ignaz Semmelweis	1818–1865	Ursache des Kindbettfiebers	Keimtheorie, moderne Hygiene
Josef Loschmidt	1821–1895	Atomarer Aufbau der Materie	Cyklische Verbindungen, Ozon, Loschmidt-Konstante
Eduard Suess	1831–1914	Theorien der Erdkruste	I. Wiener Hochquellenleitung, Donauregulierung
Carl Menger	1840–1921	Grenznutzentheorie	Österreichische Schule der Nationalökonomie
Ludwig Boltzmann	1844–1906	Statistische Mechanik	Maschinenbau
Johann Palisa	1848–1925	Entdeckung von 122 Asteroiden	Moderne Sternkarten
Eugen Böhm-Bawerk	1851–1914	Liberale Theorie des Kapitals	Liberale Marktwirtschaft
Guido Adler	1855–1941	Mitbegründer der Musikwissenschaft	Historische Aufführungspraxis
Sigmund Freud	1856–1939	Psychoanalyse	Psychotherapie
Elise Richter	1865–1943	Pionierarbeiten der Romanistik	Moderne Phonetik
Karl Landsteiner	1868–1943	Blutgruppen, Rhesusfaktor	Bluttransfusion
Guido Holzknacht	1872–1931	Radiologie	Querschnittanatomie
Clemens von Pirquet	1874–1929	Allergielehre	Impfstoffe, Allergietherapie
Constantin von Economo	1876–1931	Karte des menschlichen Gehirns	Neuroanatomie (Cytoarchitektonik)
Lise Meitner	1878–1968	Radioaktivität, Kernspaltung	Friedliche Nutzung der Kernenergie
Hans Kelsen	1881–1973	Rechtspositivismus	Österreichische Verfassung, Völkerrecht
Moritz Schlick	1882–1936	Wiener Kreis	Analytische Philosophie
Rudolf Carnap	1891–1970		
Anton Webern	1883–1945	Zwölftonmusik (gem. mit A. Schönberg)	Serielle Komposition
Erwin Schrödinger	1887–1961	Schrödinger-Gleichung	Laser, Halbleiterchips, Kernspintomographie
Johann Radon	1887–1956	Radon-Transformation	Medizinische Bilddiagnostik
Charlotte Bühler	1891–1970	Entwicklungspsychologie	Säuglingsbetreuung
Hermann Franz Mark	1895–1992	Makromolekül-Strukturen	Kunststoffe, Polymer-Chemie
Paul Lazarsfeld	1901–1976	Empirische Sozialforschung	Wahlsoziologie, Soziologie der Massenmedien
Marie Jahoda	1907–2001		
Oskar Morgenstern	1902–1977	Spieltheorie	Analyse des Verhaltens (z. B. Ökonomie u. Biologie)
Kurt Gödel	1906–1978	Theorie der rekursiven Funktionen	Computer
Stephen Kuffler	1912–1981	Neuronaler Mechanismus des Auges	Mitbegründer der Neurowissenschaften

Blau hervorgehobene Forscherinnen und Forscher werden auf den Seiten 18 bis 65 ausführlich besprochen.

Zur nachhaltigen Bedeutung  
des Werks eminenter  
WissenschaftlerInnen  
der Universität Wien:

Beispielgebend 12 Namen  
mit je einer Würdigung  
aus heutiger Sicht



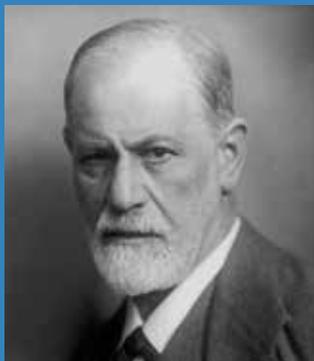
**Guido Adler**  
Musikwissenschaftler, Begründer der „Wiener Schule der Musikwissenschaft“  
An der Universität Wien von 1898 bis 1927

„Guido Adler gilt als einer der Gründerväter des Faches Musikwissenschaft. Seine methodischen Prämissen wie etwa die Bedeutsamkeit von Quellenforschung, die Wechselwirkung zwischen Musikwissenschaft und Kunst und die Zeitgebundenheit jedes ‚genialen‘ Schaffens sind heute höchst aktuell.“



**Charlotte Bühler**  
Entwicklungspsychologin, Begründerin der „Wiener Schule der Kleinkinder- und Jugendpsychologie“  
An der Universität Wien 1923 bis 1938

„Beginnend mit dem Studium der Kinderpsychologie hat sich Charlotte Bühler nachfolgend der Jugendpsychologie auf der Grundlage von Tagebüchern gewidmet, um letztlich den gesamten Lebenslauf des Menschen zum Gegenstand der Entwicklungspsychologie werden zu lassen.“



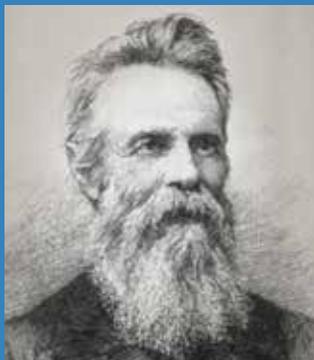
**Sigmund Freud**  
Neurologe, Begründer der Psychoanalyse, einflussreicher Denker, Kulturtheoretiker  
An der Universität Wien von 1885 bis 1938

„Sigmund Freuds bis heute umstrittene Entdeckung des Unbewussten zählt zu den folgenreichsten Konzepten in der Geschichte der Humanwissenschaften – ein Konzept, das die Philosophie und Psychologie ebenso beeinflusste wie die Künste, die Literatur, die Kulturwissenschaften und die moderne Hirnforschung.“



**Hans Kelsen**  
Rechtswissenschaftler, Staats- und Völkerrechtler, Rechtstheoretiker  
An der Universität Wien von 1918 bis 1930

„Hans Kelsen hat mit seiner ‚Reinen Rechtslehre‘ mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass Rechtswissenschaft nicht der Versuchung erliegen darf, unter dem Deckmantel der Wissenschaft Politik zu machen. Diese Mahnung wird stets aktuell bleiben.“



**Johann Joseph Loschmidt**  
Physiker und Chemiker, Pionier der Thermodynamik und Elektrodynamik  
An der Universität Wien von 1868 bis 1891

„Loschmidt war ein Pionier der Erforschung des atomaren Aufbaus der Materie und der Strukturen von Molekülen. Er schuf eine Basis der statistischen Physik und der physikalischen Chemie.“

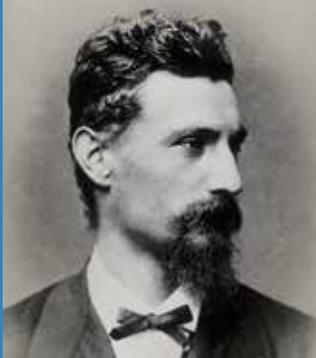


**Carl Menger**  
Ökonom, Begründer der „Österreichischen Schule der Nationalökonomie“  
An der Universität Wien von 1873 bis 1903

„Von bleibender Bedeutung ist Carl Mengers Geldtheorie, die das Geld als die tauschfähigste aller Waren versteht: Es ist bis heute die beim Gütertausch am häufigsten verwendete Gegenleistung und damit das absatzfähigste aller Güter.“

**Peter Schuster**  
Emeritierter Professor für Theoretische Chemie  
an der Universität Wien

**Erich Streissler**  
Emeritierter Professor für Volkswirtschaftslehre, Ökonometrie und Wirtschaftsgeschichte  
an der Universität Wien



**Johann Palisa**  
Astronom, Entdecker von insgesamt 212 Asteroiden  
An der Universität Wien von 1880 bis 1919

„In Fortführung des bedeutenden Werks von Palisa über die Kleinplaneten erfordert die moderne Astrophysik auch heute ständig neuen Erfindergeist im hochtechnologischen Teleskopbau, um z. B. zu den äußersten Grenzen des Universums vordringen und die allerersten kosmischen Objekte erforschen zu können.“

**Bodo Ziegler**  
Professor für Galaxienentstehung im frühen Universum  
an der Universität Wien



**Clemens von Pirquet**  
Kinderarzt, Bakteriologe und Immunologe  
Pionier der Allergieforschung  
An der Universität Wien von 1911 bis 1929

„Clemens von Pirquet prägte den Begriff der Allergie. Darüber hinaus waren seine Forschungsergebnisse bahnbrechend für die Immunologie, Stoffwechsellehre, Ernährungsmedizin, Präventivmedizin, Psychologie, Infektiologie und die Entwicklung von Impfungen.“

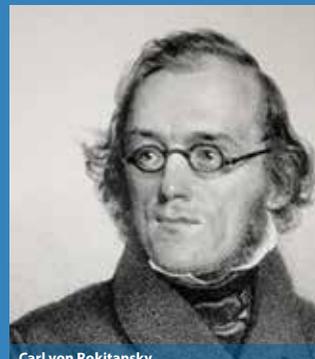
**Rudolf Valenta**  
Professor für Allergologie  
an der Medizinischen  
Universität Wien



**Elise Richter**  
Romanistin, erste habilitierte Frau und erste Professorin, Leiterin des Phonetischen Instituts  
An der Universität Wien von 1921 bis 1938

„Elise Richter ist nicht nur bedeutend, weil sie sich als erste Frau an der Universität Wien – und das trotz Hürden – habilitiert hat, sondern weil sie schon damals grundlegende Einsichten zu problemorientierter Forschung formuliert hat, die angesichts der stets wachsenden globalen Komplexität unserer Welt große Relevanz für interdisziplinäres Vorgehen besitzen.“

**Ruth Wodak**  
Professorin für Angewandte Sprachwissenschaft an der Universität Wien und an der Lancaster University



**Carl von Rokitansky**  
Mediziner, Pathologe, Politiker und Philosoph, Mitbegründer der „Zweiten Wiener Medizinischen Schule“  
An der Universität Wien von 1830 bis 1875

„Carl von Rokitansky ist der Begründer der auf systematischen morphologischen Erkenntnissen beruhenden modernen Medizin, eine zentrale Persönlichkeit, um welche die zu ihrer Zeit weltweit führende Wiener Medizinische Schule entstanden ist.“

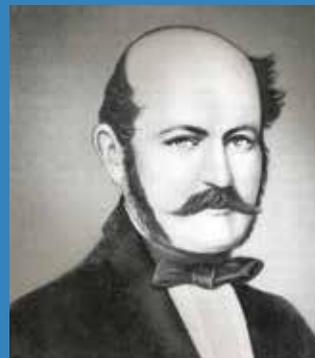
**Dontscho Kerjaschki**  
Professor für Pathologie  
an der Medizinischen  
Universität Wien



**Moritz Schlick,**  
Physiker und Philosoph, Begründer des philosophischen Zirkels „Der Wiener Kreis“  
An der Universität Wien von 1922 bis 1936

„Moritz Schlick, Begründer des weltberühmten Wiener Kreises, präsentierte die philosophischen Voraussetzungen, Interpretationen und Konsequenzen der modernen Naturwissenschaften aus erkenntnistheoretischer und sprachanalytischer Sicht.“

**Friedrich Stadler**  
Professor für Wissenschaftsgeschichte, Wissenschaftsphilosophie und Wissenschaftstheorie an der Universität Wien



**Ignaz Semmelweis**  
Mediziner, Arzt, Geburtshelfer  
Entdecker der Ätiologie des Kindbettfiebers  
An der Universität Wien von 1846 bis 1849

„Semmelweis war der erste Aseptiker. Asepsis, d.h. Desinfektion und Sterilisation, ist die Grundlage der modernen Medizin. Händehygiene ist auch heute noch die einfachste und wirksamste Maßnahme gegen die Übertragung von Infektionen.“

**Elisabeth Presterl**  
Professorin für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie  
an der Medizinischen Universität Wien

# zum modernen Computer

Aufbauend auf Gödels Theorie entwarf der Mathematiker Alan Turing das Konzept einer universellen Rechenmaschine: den Computer.



Alan Turing (Mitte) mit dem Colossus, der ersten elektronischen Rechenmaschine.

„Kurt Gödels bahnbrechende Resultate über die Unvollständigkeit axiomatischer Systeme haben die zentralen Begriffe der Mathematik und der Informatik, die Beweiskraft und die Berechenbarkeit, überraschend und dramatisch geklärt.“

© Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)



Ein Serverraum mit Servern der neuesten Generation.



Das Cover der Popular Science Zeitschrift.

# Von der Berechenbarkeit

Gödels Theorie der rekursiven Funktionen bildet die Grundlage der modernen theoretischen Informatik.

„Es gibt eine exakte Philosophie und Theologie, die sich mit höchst abstrakten Begriffen befasst, und dies nicht auch in höchstem Maße befruchtend auf die Naturwissenschaften.“

Kurt Gödel (Mitte) im Jahr 1931.



Logiker  
Kurt Gödel  
1905-1982

## 1931 Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I

Im ersten Abschnitt des Traktats wird gezeigt, dass die mathematischen Aussagen, die in den Principia Mathematica formuliert sind, nicht vollständig formalisierbar sind. Dies bedeutet, dass es Aussagen gibt, die weder beweisbar noch widerlegbar sind.

Die Arbeit führt zu dem Ergebnis, dass es keine Maschine geben kann, die alle mathematischen Aussagen entscheiden kann. Dies ist ein zentraler Satz der Informatik.



Übersicht über den Inhalt des Traktats.



# Von der Quantenmechanik

Erwin Schrödinger fand 1926 eine der grundlegenden Formeln der Quantenmechanik, die sogenannte Schrödingergleichung. Dafür erhielt er 1933 den Nobelpreis für Physik.

„Die Welt ist nicht so, wie sie scheint. Sie ist vielmehr ein bisschen anders.“



Erwin Schrödinger

1926 Quantenmechanik  
Schrödinger fand 1926 eine der grundlegenden Formeln der Quantenmechanik, die sogenannte Schrödingergleichung. Diese Gleichung beschreibt das Verhalten von Teilchen auf atomarer Ebene.

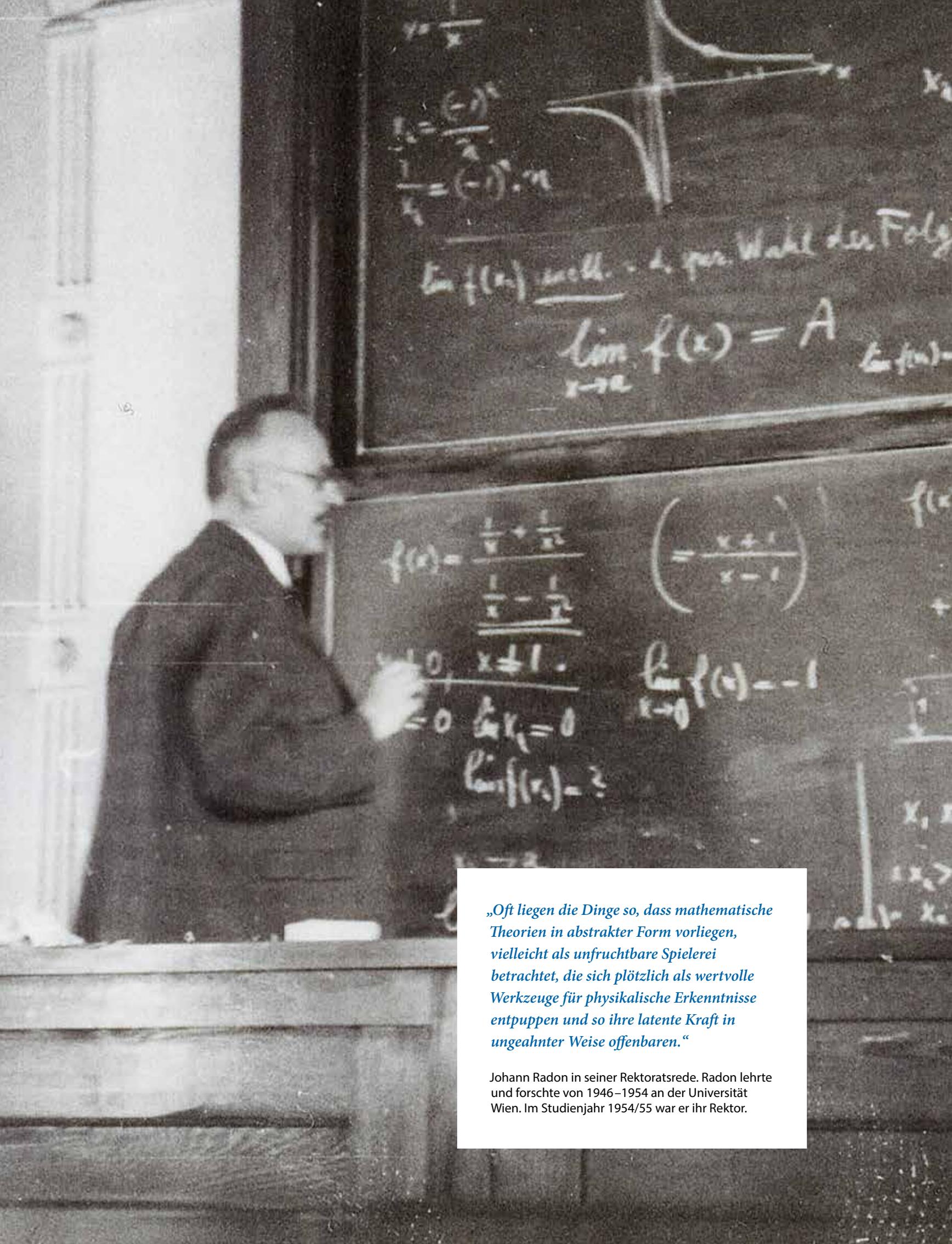


„Der Sinn und das Kennzeichen echter Wissenschaft besteht nach meiner Meinung in den nützlichen Erfindungen, die man daraus herleiten kann.“

„Wenn es den meisten Menschen erlaubt wird, sich den allgemeinen Vergnügungen hinzugeben, wird es mir gestattet sein, für den Fortschritt der Wissenschaften zu arbeiten.“

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 – 1716)  
Deutscher Philosoph und Mathematiker

14 Porträts von  
ForscherInnen im Umfeld  
der Universität Wien,  
deren Theorien und  
Entdeckungen – oft erst  
Jahrzehnte später –  
weitreichende Innovationen  
ausgelöst haben



*„Oft liegen die Dinge so, dass mathematische Theorien in abstrakter Form vorliegen, vielleicht als unfruchtbare Spielerei betrachtet, die sich plötzlich als wertvolle Werkzeuge für physikalische Erkenntnisse entpuppen und so ihre latente Kraft in ungeahnter Weise offenbaren.“*

Johann Radon in seiner Rektoratsrede. Radon lehrte und forschte von 1946–1954 an der Universität Wien. Im Studienjahr 1954/55 war er ihr Rektor.

# Johann Radon

MATHEMATIKER

Johann Radon (1887–1956) war ein österreichischer Mathematiker. Nach einer akademischen Karriere im In- und Ausland wirkte er ab 1946 als Ordinarius für Mathematik an der Universität Wien. Mit seinem Namen sind das bedeutende Theorem von Radon-Nikodým und die sogenannte Radon-Transformation verbunden.

Johann Radon promovierte 1910 an der Universität Wien zum Doktor der Philosophie und habilitierte sich bald darauf in Maßtheorie. Als Privatdozent in Wien veröffentlichte er grundlegende Arbeiten zur Funktionalanalysis, zur Variationsrechnung, zur Integral- und Differentialgeometrie und zur konvexen Geometrie. Nach Jahren an Universitäten im Ausland, zuletzt in Breslau, wurde Radon 1946 zum ordentlichen Professor für Mathematik an die Universität Wien berufen. Im Studienjahr 1954/1955 war Radon Rektor der Universität Wien.

Radons Name ist eng verbunden mit praktischen Anwendungen, die auf der Grundlage von zwei seiner mathematischen Arbeiten entwickelt wurden. Die „Radon-Transformation“ wurde zum mathematischen Werkzeug bildgebender Verfahren (Computertomographie). Der Satz von Radon-Nikodým ist ein zentrales Element der Finanzmathematik.



Johann Radon *Über die Bestimmung von Funktionen durch ihre Integralwerte längs gewisser Mannigfaltigkeiten*, 1917

## 1917

In dem Artikel untersuchte Radon eine lineare **Integraltransformation**. Diese neue Theorie wurde ein halbes Jahrhundert kaum beachtet, bis viel später, erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, klar wurde, welche erstaunlichen Anwendungsmöglichkeiten die Ergebnisse dieser mathematischen Theorie bieten.

Heute gehört die Publikation von Radon zu den **meistzitierten mathematischen Arbeiten des 20. Jahrhunderts**.

## Von der Radon-Transformation zur Tomographie

Eine mathematische Formel mit weitreichenden technischen Auswirkungen. Die medizinische Bildverarbeitung bedient sich heute zweier technischer Verfahren: der Computertomographie und der sog. Magnetresonanztomographie. Beide Verfahren beruhen auf der Radon-Transformation.

Das mit geringerem technischen Aufwand verbundene und daher auch deutlich kostengünstigere Verfahren ist die sog. **Computertomographie** (CT), die gegenüber der inzwischen überholten Röntgentomographie eine deutliche Verbesserung darstellt. Im Gegensatz zur Röntgentomographie ist in der Computertomographie die Nutzung eines Computers zwingend nötig, um aus den Rohdaten Schnittbilder erzeugen zu können – daher der Name. Zu beachten ist, dass jede CT-Aufnahme mit einer unvermeidlichen Strahlenbelastung einhergeht.

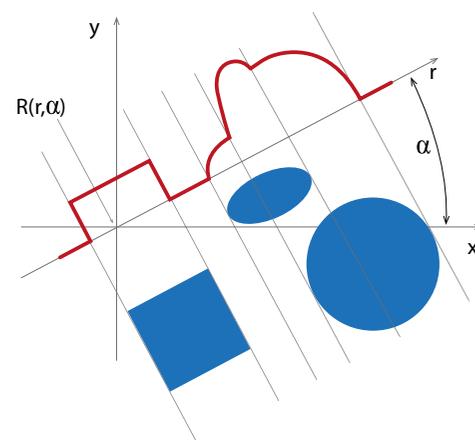
Die **Magnetresonanztomographie** (MRT) – auch als Kernspintomographie bezeichnet – ist ein weiteres diagnostisches Verfahren zur Erzeugung von **Schnittbildern** des menschlichen Körpers. Im Unterschied zur Computertomographie (CT) erfolgt dies ohne Einsatz von Röntgenstrahlung in einem **Magneten mit hoher Feldstärke**. Die MRT zeichnet sich gegenüber der CT durch bessere Bildgebung bestimmter Gewebe und Organe aus, und – nach aktuellen Erkenntnissen – sind bei der MRT keine Risiken und Nebenwirkungen zu erwarten. Allerdings ist dieses diagnostische Verfahren mit wesentlich höheren Investitions- und Untersuchungskosten verbunden.

---

*„Johann Radon erforschte abstrakte Probleme der sogenannten reinen Mathematik und konnte nicht ahnen, dass heute die Radon-Transformation Grundlage der Computertomographie ist. Ihre zahlreichen Anwendungen bestätigen die Regel: Nichts ist praktischer als eine gute Theorie.“*

Karl Sigmund, Professor für Mathematik  
an der Universität Wien

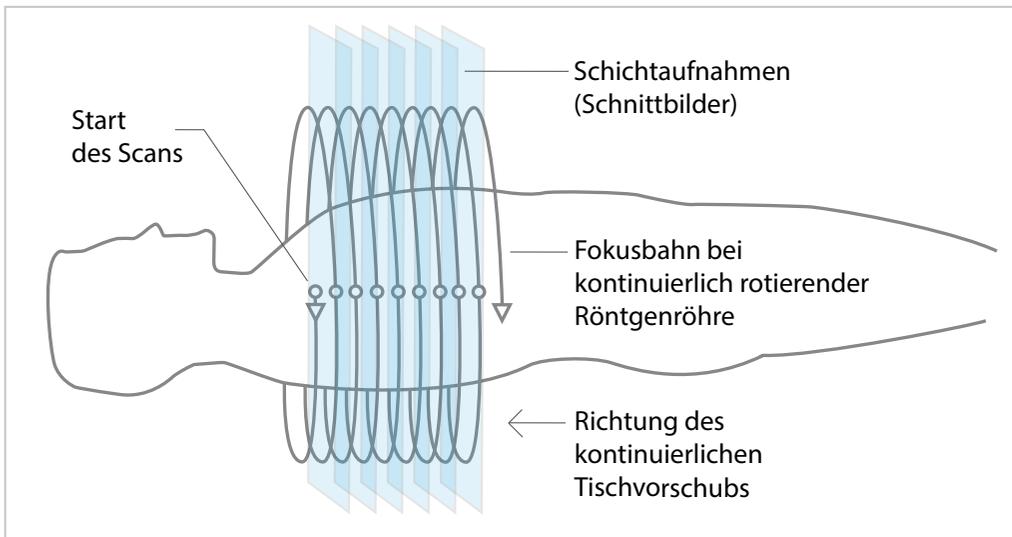
---



Graphische Darstellung der Radon-Transformation, einer Funktion, die innerhalb der **blauen** Bereiche gleich eins ist, sonst null. Die Radontransformierte für einen festen Winkel ist **rot** eingezeichnet.



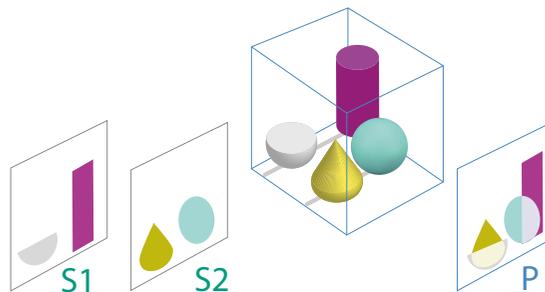
Sukzedane Schnittebenen einer Schädel-CT



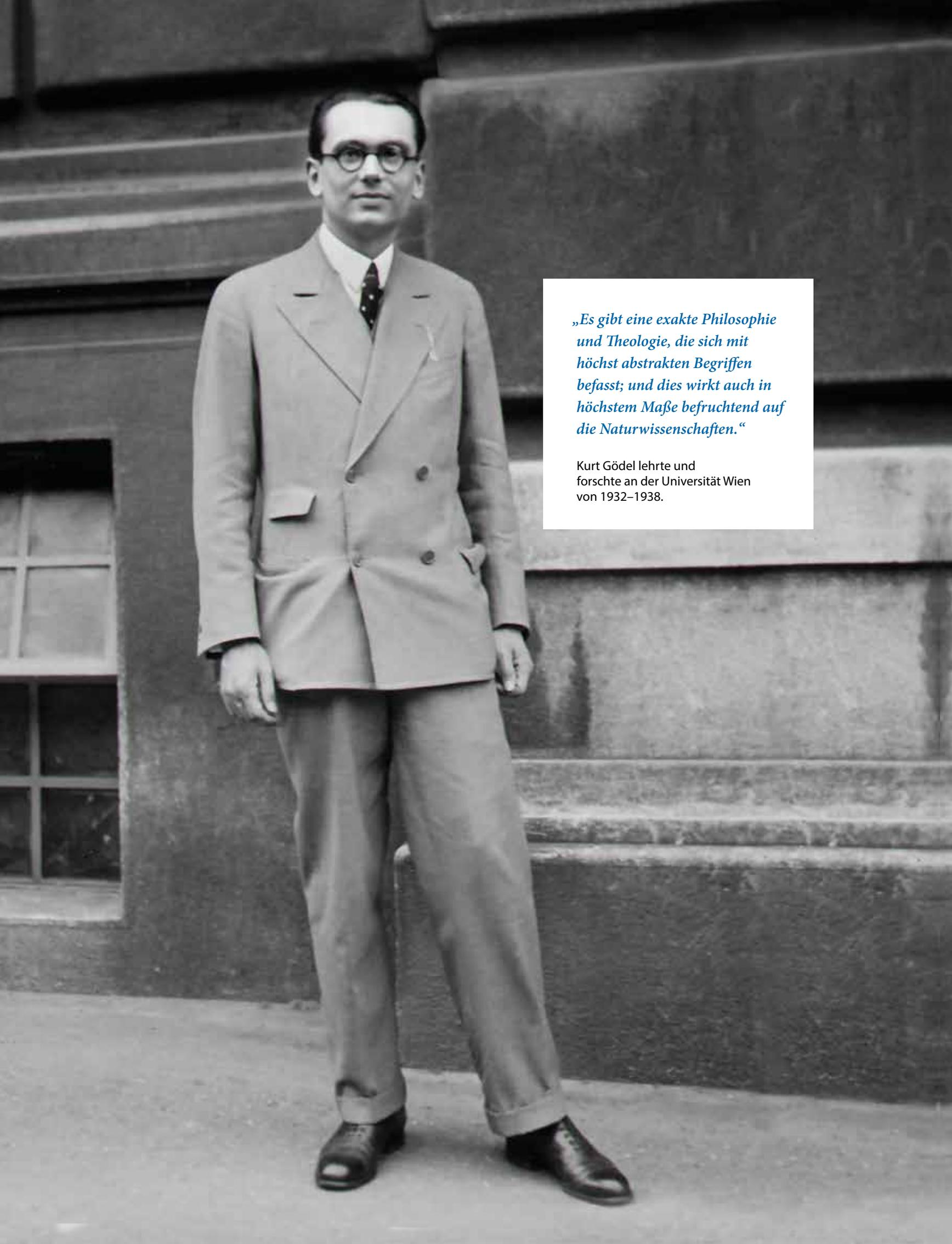
**Prinzip der Thoraxuntersuchung mittels Kernspintomographie / Magnetresonanztomographie (MRT).** Die Kernspintomographie setzt keine Röntgenstrahlen, sondern ein starkes Magnetfeld und Radiowellen ein und ist damit – ohne Strahlenbelastung – praktisch risikolos. In kurzer Zeit lassen sich mittels MRT Schichtaufnahmen der zu untersuchenden Körperregion anfertigen. Auch hier liefert die Radon-Transformation die mathematischen Grundlagen.



Moderner Computertomographie- / CT-Scanner in der Radiologie



Grundprinzip der Tomographie: Sie ergibt überlagerungsfreie Schnittbilder S1 und S2, im Gegensatz zum Projektionsbild P der konventionellen Röntgenuntersuchung.



*„Es gibt eine exakte Philosophie und Theologie, die sich mit höchst abstrakten Begriffen befasst; und dies wirkt auch in höchstem Maße befruchtend auf die Naturwissenschaften.“*

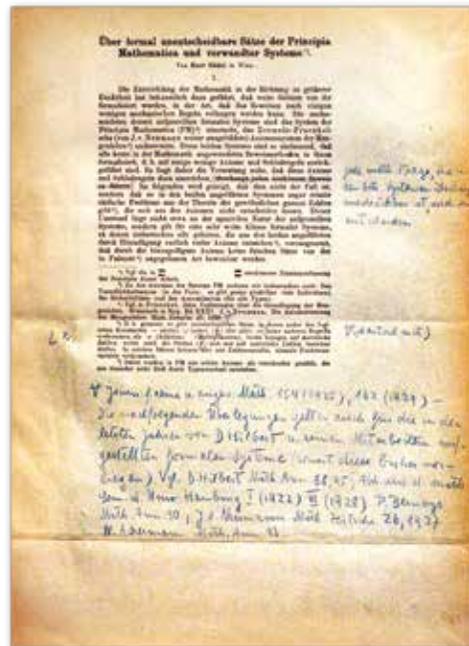
Kurt Gödel lehrte und forschte an der Universität Wien von 1932–1938.

# Kurt Gödel

LOGIKER

Kurt Gödel (1906–1978) war ein österreichischer Mathematiker und einer der bedeutendsten Logiker des 20. Jahrhunderts. 1940 entschloss er sich, Österreich für immer zu verlassen und in die USA auszuwandern. Er fand in Princeton am neu gegründeten Institute for Advanced Study eine für ihn passende und höchst förderliche Atmosphäre sowie eine neue Heimat.

Gödel studierte an der Universität Wien ab 1924 Mathematik und wurde ein Mitglied des Wiener Kreises, in den ihn sein Lehrer, der Wiener Mathematiker Hans Hahn, einführte. Zu seiner Studienzeit waren die Grundlagen der Mathematik und der Logik ein heiß diskutiertes Thema. Welches Axiomensystem soll man auswählen? Welche Rolle soll das Unendliche in der Mathematik spielen? Welche Eigenschaften haben die verschiedenen Axiomensysteme? Schon in seiner 1929 bei Hans Hahn abgeschlossenen Dissertation behandelte Gödel eine dieser Grundlagenfragen: Ist die Prädikatenlogik erster Stufe vollständig? Seine positive Antwort war ein beachtenswertes Ergebnis der jungen mathematischen Logik. 1930 konnte Gödel aber ein bahnbrechendes mathematisches Resultat erzielen. Mathematische Systeme, die zumindest die natürlichen Zahlen umfassen, waren unvollständig. Gödels Unvollständigkeitssatz machte den jungen Mathematiker sofort berühmt. Gödel pendelte ab 1934 zwischen Wien und den USA und ging dann 1940 definitiv in die Vereinigten Staaten, wo er bis zu seinem Lebensende an dem Institute for Advanced Study in Princeton wirkte.



Druckfahne zu *Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme*. Die Arbeit erschien 1931 in den von Hans Hahn herausgegebenen *Monatsheften für Mathematik*.

## 1931

In seinem Beweis der Unvollständigkeit zeigte Gödel, dass in mathematischen Systemen der Stärke der Arithmetik Sätze konstruiert werden können, die zwar gültig sind, die man aber nicht beweisen kann. Durch die Existenz solcher unbeweisbarer Sätze ist die Mathematik unvollständig. Zwei zentrale Forderungen des Programms des deutschen Mathematikers David Hilbert waren somit nicht erfüllbar: der **Beweis der Vollständigkeit** und der **Widerspruchsfreiheit** für die Arithmetik und stärkere Systeme.

Ein dritter Punkt des Programms war aber noch offen: das **Entscheidungsproblem**. Auch wenn manche Sätze nicht beweisbar sind, stellt sich die Frage, ob es ein allgemeines, formales Verfahren gibt, um festzustellen, welche mathematischen Sätze beweisbar und welche nicht beweisbar sind.

Die Antwort auf diese Frage wurde zur Grundlage der **theoretischen Informatik**. Unter dem prägenden Einfluss von Gödel wurde das Problem schließlich von dem amerikanischen Mathematiker Alonzo Church und dem britischen Mathematiker Alan Turing gelöst: Es gibt kein solches Verfahren. Um die Frage zu beantworten, musste man definieren, was ein **Algorithmus** und was **Berechenbarkeit** ist, zwei Grundbegriffe der **modernen Informatik**.

## Von der Berechenbarkeit zum modernen Computer

Gödels Theorie der rekursiven Funktionen bildet die Grundlage der modernen theoretischen Informatik. Aufbauend auf Gödels Theorie entwarf der Mathematiker Alan Turing das Konzept einer universellen Rechenmaschine: den Computer.

Wohl keine Erfindung im 20. Jahrhundert hat den Alltag der Menschen so stark verändert wie der Computer. Die Bedeutung von Gödels rein mathematischem Ergebnis wurde sofort von John von Neumann erkannt und beeinflusste Alan Turing. In Folge des Unvollständigkeitsbeweises versuchten Gödel, Church und Turing zu definieren, was Berechenbarkeit bedeutet. Die Turing-Maschine ist eine solche Definition der Berechenbarkeit, sie ist zugleich der theoretische Entwurf eines Computers. Durch Gödels und Turings Arbeit wurde die **Mechanisierung komplexer Denkprozesse** möglich.

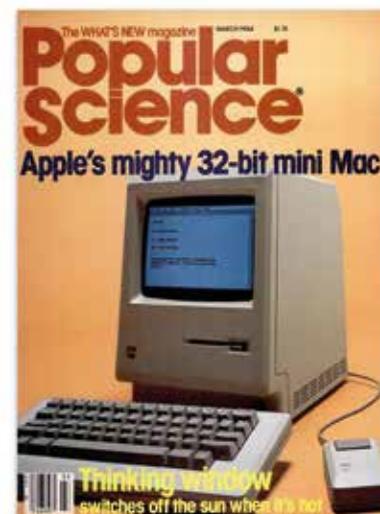
Turing und von Neumann legten dann in den 1940er Jahren die Grundlage für den modernen **Computer**. 1960 gab es in den Vereinigten Staaten schon 6000 Computer und heute weltweit über eine Milliarde. Allein 2015 wurden 215 Millionen Computer verkauft. Die Firma Google hat an die 900.000 Computer in ihren Server-Farmen. 42% der Weltbevölkerung benutzen das **Internet**, den weltweiten Verbund von Rechnernetzwerken.

---

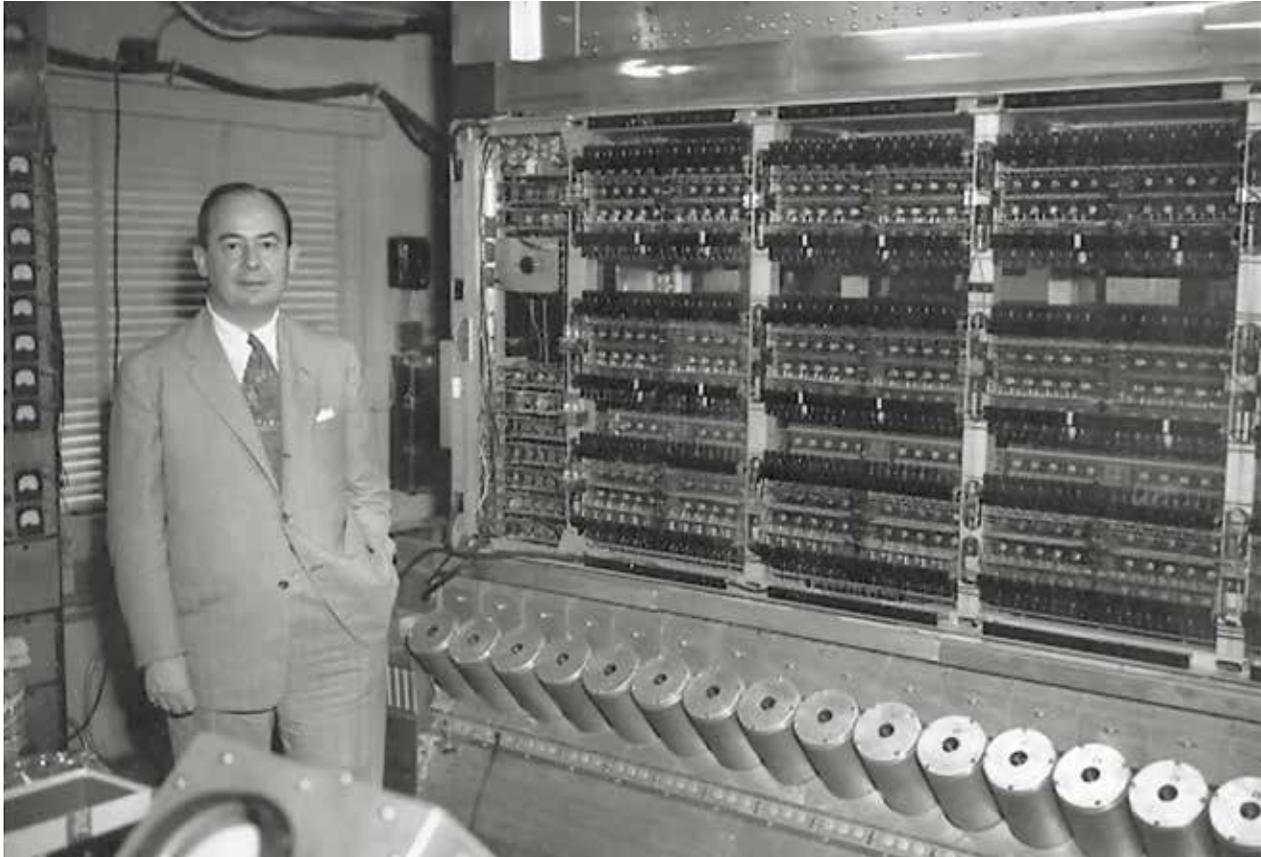
*„Kurt Gödels bahnbrechende Resultate über die Unvollständigkeit axiomatischer Systeme haben die zentralen Begriffe der Mathematik und der Informatik, die Beweisbarkeit und die Berechenbarkeit, überraschend und dramatisch geklärt.“*

Sy David Friedman,  
Professor für mathematische Logik  
an der Universität Wien

---



Cover der Zeitschrift *Popular Science*, März 1984



John von Neumann 1952 vor dem Computer am Institute for Advanced Study der Universität Princeton



Eine Server-Farm von Google, das Data Center in Douglas County, Georgia, USA



*„Die praktische Wissenschaft zeigt die Anwendung der theoretischen Lehren auf wirklich vorkommende Fälle; aber sie zeigt sie eben nur. Die wissenschaftliche Praxis dagegen wendet diese selber an.“*

Christian Doppler lehrte und forschte an der Universität Wien von 1850–1853.

# Christian Doppler

MATHEMATIKER  
UND PHYSIKER

Der österreichische Mathematiker und Physiker Christian Doppler (1803–1853) war ab 1841 ordentlicher Professor für Mathematik und Physik an der Karls-Universität in Prag. 1850 wurde er an die Universität Wien berufen als der erste Professor für Experimentalphysik. Weltweit berühmt wurde er durch den nach ihm benannten Doppler-Effekt.

Doppler studierte Philosophie in Salzburg sowie Mathematik und Physik am Polytechnischen Institut Wien (heute TU Wien), wo er nach dem Abschluss als Assistent arbeitete. Ab 1835 lehrte er am Prager Polytechnischen Institut. 1841 wurde er zum Ordinarius für Mathematik und Physik an die Karls-Universität in Prag berufen. In Prag publizierte er über 50 wissenschaftliche Arbeiten zu Problemen der Physik, Mathematik und Astronomie, darunter seine berühmte Arbeit zum Doppler-Effekt (1842).

1850 wurde Doppler an die Universität Wien berufen. Infolge eines Lungenleidens war ihm als Professor dort nur eine kurze Wirkungszeit vergönnt. Drei Jahre nach der Berufung an die Universität Wien starb Doppler in Venedig im Alter von 50 Jahren. Doppler zählt zweifellos zu den weltweit auch einer allgemeinen Öffentlichkeit bekannt gewordenen österreichischen Physikern.



Christian Doppler *Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels*, 1842

## 1842

Dopplers berühmteste Arbeit über die Farbverschiebung im Lichtspektrum bewegter Sterne erschien 1842 in den *Abhandlungen der Königlich Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften*. Es war eine voraussagende epochale Abhandlung über den Einfluss der Bewegung (gegenüber einem Beobachter) einer Schall- oder Lichtquelle auf ihre Wellenlänge.

Das beobachtete Phänomen, der **Doppler-Effekt**, ist ein Meilenstein in der Geschichte der modernen Naturwissenschaften und Technik. Der Doppler-Effekt wird heute in einer unüberschaubaren Fülle von Anwendungen genützt.

## Vom Doppler-Effekt zum Global Positioning System

Doppler konnte 1842 aufgrund der Farbverschiebung des Lichtes der Sterne die Bewegung der Himmelskörper bestimmen. Der Doppler-Effekt fand Anwendungen in der Astronomie, Meteorologie und Medizin, sowie in vielen Messsystemen, im Radar und im GPS.

Der Doppler-Effekt wird in vielen Wissenschaften angewandt, von der Astronomie bis zur Meteorologie und Medizin. Der Effekt fand ein breites Spektrum an technischen Anwendungen. In der Astronomie diente der Doppler-Effekt zur systematischen Erfassung der Rotverschiebung von 250.000 Galaxien und lieferte damit Daten über die Lebensgeschichte und Größe unseres Universums. In der Meteorologie wird der Doppler-Radar zur Bestimmung von Rotationsbewegungen von Tornados benutzt.

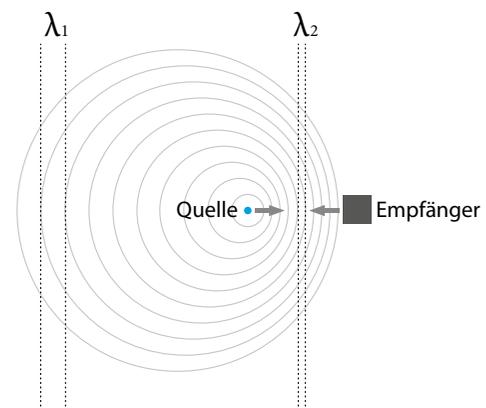
Auch das **Radar** in der Flugüberwachung benutzt den Doppler-Effekt. Der auf dem Doppler-Effekt beruhende **Laser-Doppler-Anemometer** wird zur Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeiten in Gasen und Flüssigkeiten benutzt. Und in der Medizin findet zum Beispiel der **Doppler-Sonograph** Anwendung. Dieses Gerät dient zur genauen Bestimmung der Geschwindigkeit des Blutflusses. Auch das **Global Positioning System (GPS)**, das in Autos und Handy zum Standard wurde, bestimmt über Satelliten anhand des Doppler-Effekts die Positionen von Objekten auf der Erdoberfläche.

---

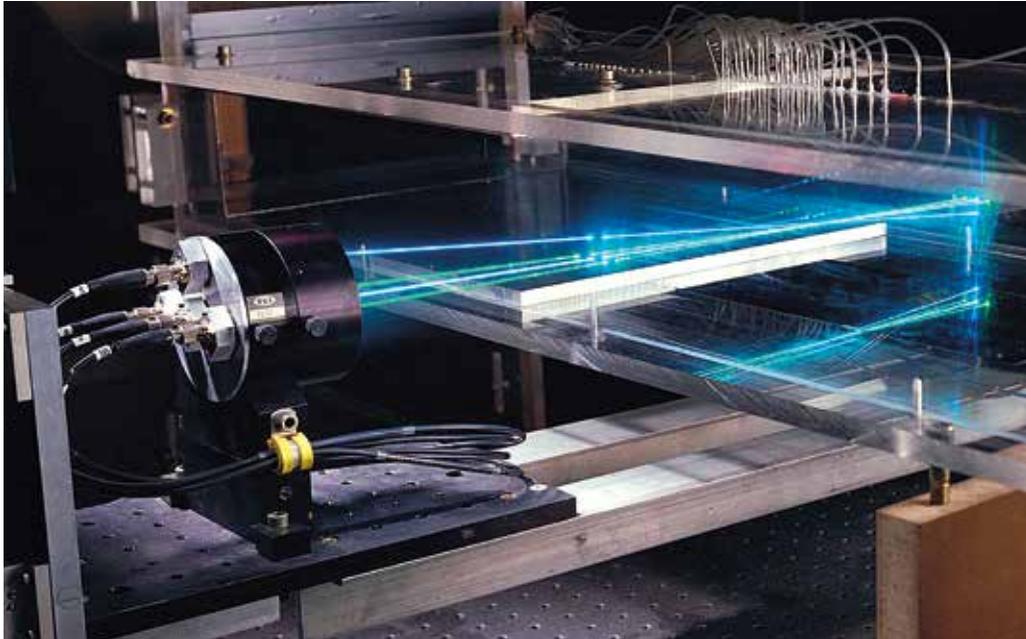
*„Der Doppler-Effekt ist wohl der wichtigste Effekt der Physik, mit breiter Anwendung in vielen anderen Fächern, darunter Meteorologie, Hydrodynamik, Medizin, Astronomie etc. Auch das Radar beruht auf dem Doppler-Effekt.“*

Anton Zeilinger, Professor für  
Experimentalphysik  
an der Universität Wien

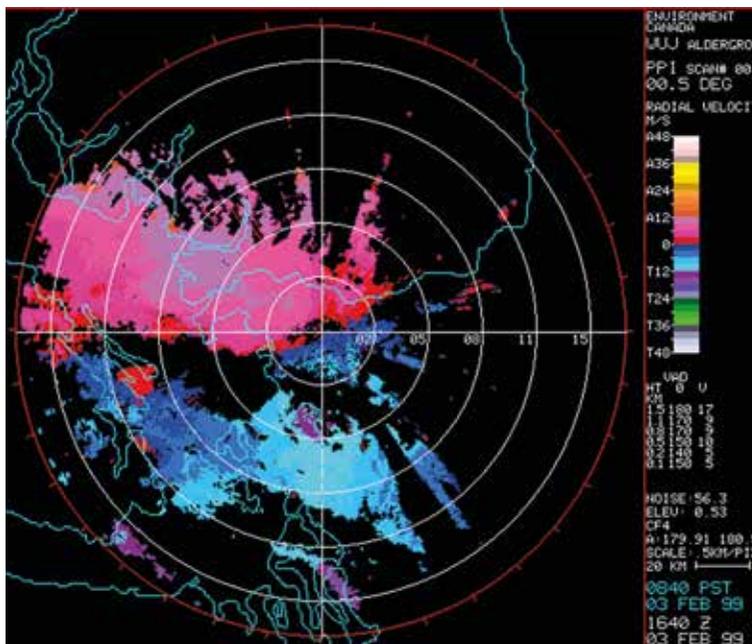
---



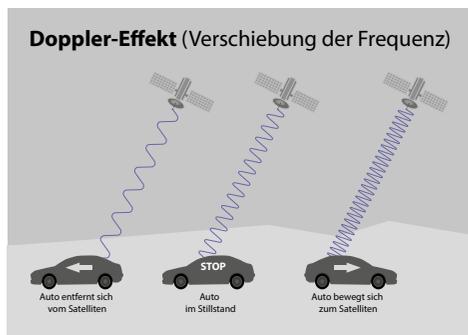
**Der Doppler-Effekt**  
Die Frequenzverschiebung einer Welle durch Bewegung der Quelle oder des Empfängers



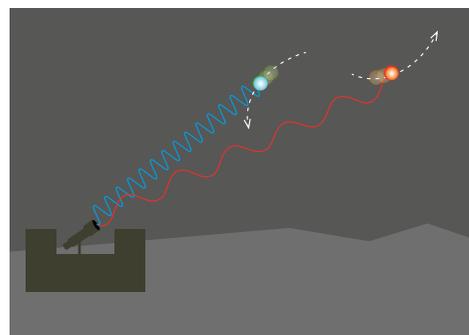
Der Doppler-Laser-Anemometer bestimmt die Flussgeschwindigkeit in Fluidströmungen, d. h. in Gasen oder in Flüssigkeiten.



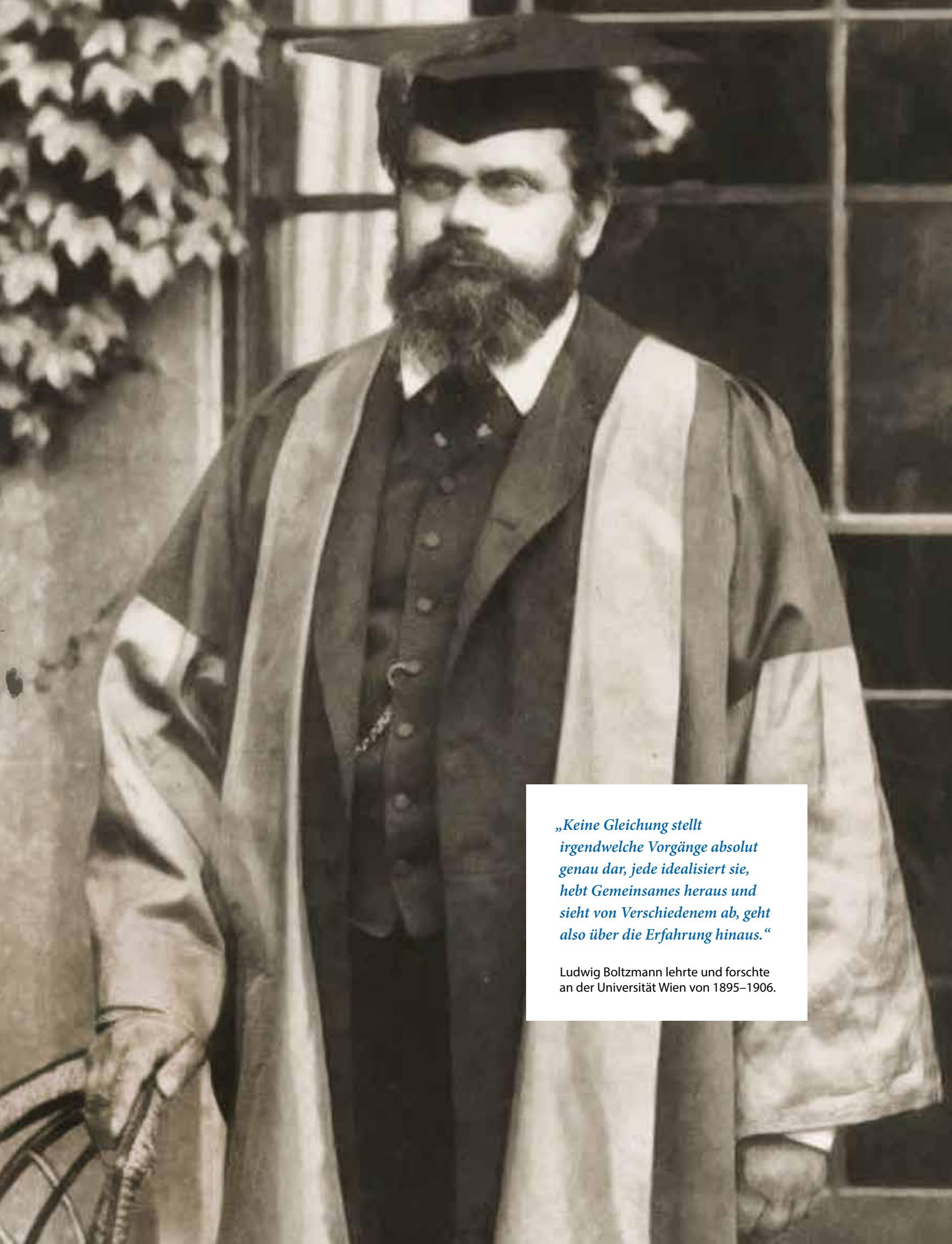
Das meteorologische Bild eines Doppler-Radars



Die Ortsbestimmung von beweglichen Objekten auf der Erdoberfläche durch GPS beruht auf dem Doppler-Effekt.



Der Doppler-Effekt: Die Rotverschiebung im Farbspektrum zeigt an, dass sich der Himmelskörper vom Beobachtungsort entfernt.



*„Keine Gleichung stellt  
irgendwelche Vorgänge absolut  
genau dar; jede idealisiert sie,  
hebt Gemeinsames heraus und  
sieht von Verschiedenem ab, geht  
also über die Erfahrung hinaus.“*

Ludwig Boltzmann lehrte und forschte  
an der Universität Wien von 1895–1906.

# Ludwig Boltzmann

PHYSIKER

**Boltzmann (1844–1906) wirkte an mehreren österreichischen und deutschen Universitäten als Physiker. Am Ende seiner Karriere lehrte er in Wien Physik und Philosophie. Seine Theorie der statistischen Mechanik brachte eine grundlegende Erneuerung der Physik.**

Boltzmann wurde in Wien geboren und wuchs in Linz auf, wo Anton Bruckner sein Klavierlehrer war. 1863 begann Boltzmann ein Studium der Physik und Mathematik an der Universität Wien, an welcher der Physiker Josef Stefan und der Mathematiker Josef Petzval seine Lehrer waren. 1866 promovierte Boltzmann in Wien. 1869 wurde er Nachfolger von Ernst Mach auf dem Lehrstuhl für mathematische Physik an der Universität Graz. Von 1873 bis 1876 wurde er Professor für Mathematik an der Universität Wien, kehrte aber dann wieder nach Graz als Leiter des physikalischen Instituts zurück, wo er bis 1890 seine wichtigsten Forschungen unternahm.

Nach einer Professur in München kehrte Boltzmann aber 1895 an die Universität Wien auf einen Lehrstuhl für Theoretische Physik zurück. Mit einer kurzen Unterbrechung blieb er dort bis zu seinem Tod. In Vertretung von Mach übernahm Boltzmann 1903 sogar neben seinem Physiklehrstuhl eine Professur für Philosophie der Naturwissenschaften. 1906 beging Boltzmann in seinem italienischen Urlaubsort Selbstmord.



Boltzmanns Büste auf seinem Grab am Wiener Zentralfriedhof mit seiner berühmten Gleichung zur Entropie

BOLTZMANN'S GLEICHUNG:

$$S = k \log W$$

- S: Entropie
- k: Boltzmann-Konstante
- log: Natürlicher Logarithmus
- W: Anzahl der möglichen Zustände eines Systems

## 1872

Boltzmann folgte in seinen Untersuchungen zur Thermodynamik dem Ansatz des britischen Physikers James Clark Maxwell. Zugleich erklärte er aber Phänomene wie die Temperatur durch die statistische Mechanik. Er nahm an, dass **thermodynamische Phänomene** durch das Verhalten von Atomen bestimmt werden können. In seiner Theorie der Gase werden verschiedene physikalische Eigenschaften durch die statistische Verteilung und Bewegung der Gasmoleküle erklärt.

Boltzmanns Annahme von **unbeobachtbaren Atomen** stieß teilweise unter den Physikern seiner Zeit auf heftigen Widerstand. So war z. B. Ernst Mach strikt gegen die Annahme dieser unbeobachtbaren Entitäten. Auch die statistischen Erklärungen von Boltzmann stießen in der Physik auf Widerstand.

# Statistische Mechanik. Entropie und Atome

Boltzmanns Theorie bildet die Grundlage der statistischen Mechanik und der modernen Gastheorie. Die statistische Mechanik erklärt den Dampfdruck, die chemische Reaktionsdynamik, die Druckverteilung in der Atmosphäre und die Eigenschaften von Motoren.

Boltzmanns statistische Mechanik war ein wesentlicher Impuls für den Durchbruch der Atomtheorie um die Jahrhundertwende. Boltzmanns Annahme von Atomen war zwar bis zu seinem Tod noch stark umstritten, aber mit Einsteins Erklärung der **Brown'schen Bewegung** (1905) und den experimentellen Bestätigungen des französischen Physikers Jean-Baptiste Perrin wurde die Existenz der Atome in der Physik allgemein akzeptiert.

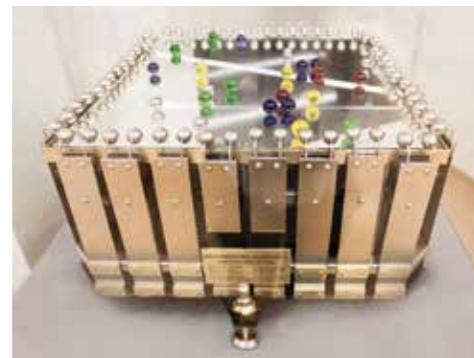
Die statistische Mechanik von Boltzmann fand eine Vielzahl von Anwendungen. Sie erklärt grundlegende Eigenschaften der Materie wie die Viskosität, die **Wärmeleitung** oder die Diffusion. Der **Dampfdruck**, die chemische Reaktionsdynamik, das **Verhalten von Motoren** oder auch die Druckverteilung in der Atmosphäre werden durch Boltzmanns Theorie erklärt.

---

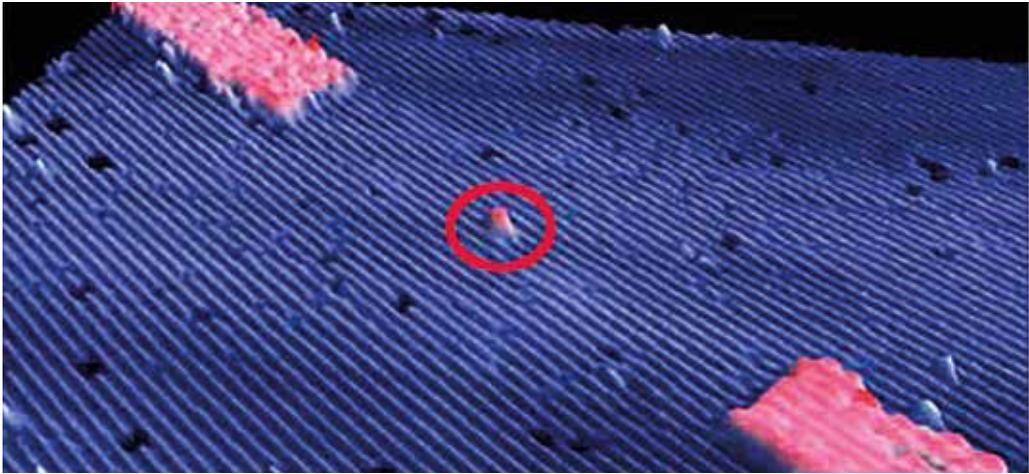
*„Boltzmanns Erkenntnisse zur statistischen Physik bilden heute zusammen mit den erst später gefundenen Gesetzen der Quantenmechanik die Grundlage für unser Verständnis der Materie, die uns umgibt und aus der wir selbst bestehen.“*

Christian Dellago, Professor  
für Computergestützte  
Physik an der Universität Wien

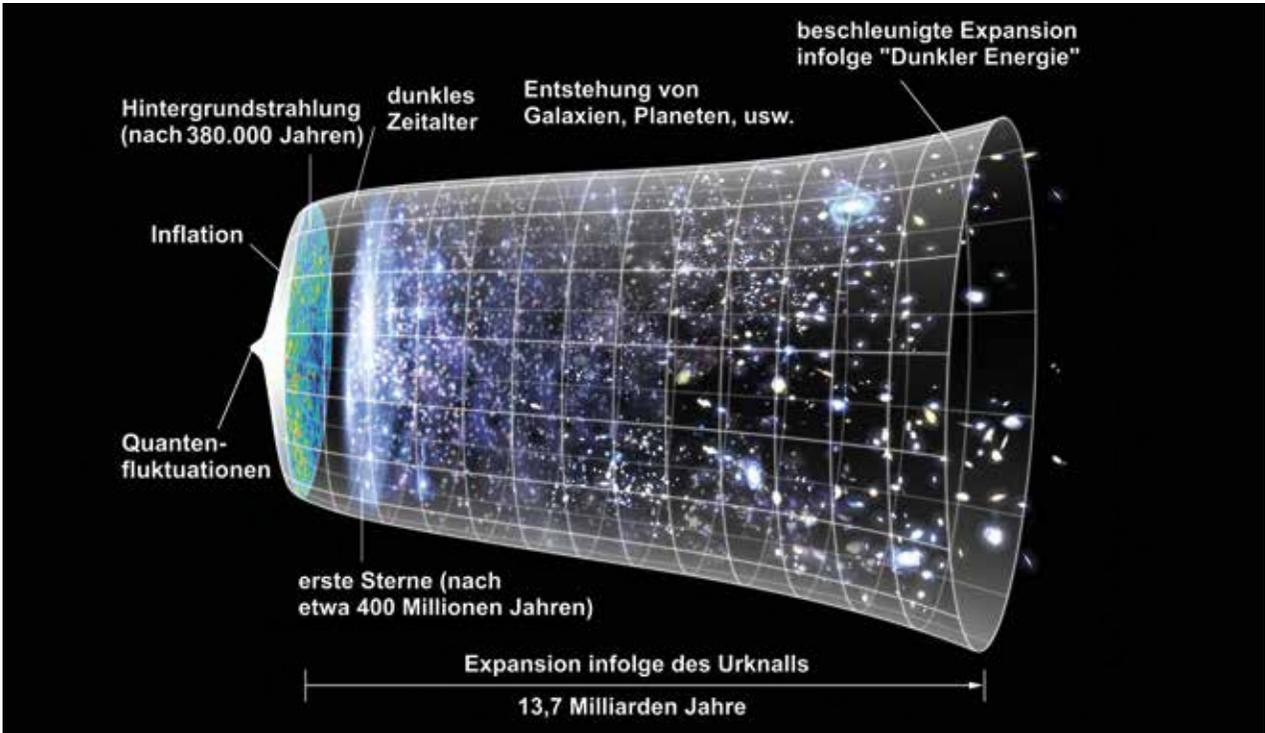
---



Als Geschenk für Boltzmann baute das Institut für Physik der Universität Graz ein Modell der statistischen Bewegung der Gasmoleküle. Hier ein moderner Nachbau des ursprünglichen Modells.



Es ist heute sogar möglich, Atome und deren Bewegung durch Mikroskope zu beobachten. Hier ein einzelnes Phosphoratom (im roten Kreis), gesehen durch ein Rastertunnelmikroskop.



Boltzmanns Gesetz der Entropie findet in der Astronomie eine Anwendung. Beim Urknall befand sich das Universum im Zustand einer niedrigen Entropie, die seitdem aber ständig zunimmt.



Die Anwendung der Thermodynamik auf Verbrennungsmotoren in einem Fachbuch, Springer 2009



*„Selbst wenn ich damit Recht haben sollte, weiß ich nicht, ob meine Art des Vorgehens wirklich die beste und einfachste ist. Aber, kurz gesagt, es ist meine. [...] Und ich könnte keinen besseren oder sichereren Weg zu unserem Ziel finden als meinen eigenen Zickzackweg.“*

Erwin Schrödinger studierte von 1906–1910 an der Universität Wien und lehrte dort von 1956–1961.

# Erwin Schrödinger

PHYSIKER

Schrödinger (1887–1961) studierte in Wien und kehrte nach dem Zweiten Weltkrieg dorthin als Nobelpreisträger und Professor zurück.

Schrödinger wurde in Wien geboren und studierte zwischen 1906 und 1910 Physik und Mathematik an der Universität Wien, wo er sich auch habilitierte. Nach dem Ersten Weltkrieg wurde er 1920 nach Deutschland berufen, trat dann aber 1922 einen Lehrstuhl für Physik an der Universität Zürich an, den schon Albert Einstein inne gehabt hatte. In Zürich entwickelte Schrödinger seine bahnbrechenden Forschungen zur Wellenmechanik, die er 1926 veröffentlichte. Der Artikel, der die sogenannte Schrödinger-Gleichung enthielt, wurde 1933 mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet.

1927 wurde Schrödinger der Nachfolger von Max Planck an der Universität Berlin. Als Gegner des Nationalsozialismus verließ er Berlin 1933 und ging nach England. 1936 kehrte er nach Österreich auf eine Professur für Physik an der Universität Graz zurück. Nach dem „Anschluß“ versuchte er sich zuerst mit den Nationalsozialisten zu arrangieren, wurde aber im Sommer 1938 wegen „politischer Unzuverlässigkeit“ entlassen. Er ging nach Irland und kehrte erst 1956 nach Österreich an das Institut für Theoretische Physik der Universität Wien zurück. Im selben Jahr war er auch der erste Empfänger des Erwin-Schrödinger-Preises der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.



Erwin Schrödingers *Quantisierung als Eigenwertproblem*, erschienen in den *Annalen der Physik*, 1926

## 1926

In einem mehrteiligen Artikel in den *Annalen der Physik* veröffentlichte Schrödinger eine Gleichung der Wellenmechanik, die zur Grundlage der **Quantenmechanik** wurde. Er ging dabei von der Theorie der Materiewellen von Louis de Broglie sowie von der Jakobi-Hamilton Theorie der klassischen Mechanik aus. Schrödingers Differentialgleichung beschreibt die zeitliche Dynamik des quantenmechanischen Zustandes eines Systems. Nach der Gleichung ist die zeitliche Veränderung eines Zustandes durch seine Energie bestimmt. In der Gleichung tritt die Energie als Hamiltonoperator auf, der auf den Zustand angewandt wird. Für den Artikel von 1926 erhielt Schrödinger den **Nobelpreis für Physik**.

Schrödingers Gleichung bildet die Grundlage fast aller praktischen Anwendungen der Quantenmechanik. Viele Eigenschaften der Atome und Moleküle werden durch Schrödingers **quantenmechanische Gleichung** erklärt.

## Von der Quantenmechanik zur Quantentechnologie

Erwin Schrödinger fand 1926 eine grundlegende Formel der Quantenmechanik, die sogenannte „Schrödingergleichung“. Dafür erhielt er 1933 den Nobelpreis für Physik. Unzählige technische Anwendungen beruhen auf der Quantenmechanik: der Laser, das Elektronenmikroskop, die Halbleitertechnik und Quantenverschlüsselungsverfahren.

Die Quantenmechanik und Schrödingers Gleichung sind die Grundlage einer Vielzahl von technischen Anwendungen, vom **Elektronenmikroskop** bis zum Mikrochip. Schon vor dem Zweiten Weltkrieg entwickelte der deutsche Physiker Ernst Ruska auf der Grundlage der Quantenmechanik ein Elektronenmikroskop, das eine bis dahin unerreichte Auflösung erlaubte. Dieses Mikroskop wird heute in zahlreichen physikalischen und biologischen Forschungen eingesetzt. Ruska erhielt dafür 1986 den Nobelpreis. Elektronen- und Raster-Tunnel-Mikroskope können heute die Struktur der Materie bis zum letzten Atom abbilden und dabei die quantenmechanische Wellennatur der Materie ausnutzen. Auch die Kernspin- und Positronenemissionstomographen konnten in die Medizin nur

Einzug halten, weil die originär quantenphysikalischen Phänomene des Spins und der Antimaterie entdeckt und verstanden wurden.

Eine weitere technische Errungenschaft, die auf der Quantenmechanik beruht, ist der **Laser**, der 1960 vom amerikanischen Physiker Theodore Maiman entwickelt wurde. Der Laser hat Anwendungen von der Lithographie bis zur Medizin, sowie in Kassenscannern, in Spielzeugen und der globalen glasfaserbasierten Kommunikation im Internet. Auch die **Halbleiter-Mikrochips** in Computern beruhen auf den Erkenntnissen der Quantenmechanik. Neue Quantensensoren für Trägheitskräfte (Gravitation, Rotation), äußere Felder oder Eigenschaften von Nanopartikeln sowie zahlreiche neue Ideen zur besonders sicheren oder hochparallelisierten Informationsverarbeitung mittels Quantenverschlüsselung sind für die neuesten Computertechnologien von großer Bedeutung. 2001 erschien in der Zeitschrift *Scientific American* ein Artikel, der mit folgenden Worten auf ein Jahrhundert der Quantenmechanik zurückblickte:

„Heute beruhen um die 30 % des amerikanischen Nationalprodukts auf Erfindungen, die durch die Quantenmechanik möglich wurden, von den Halbleitern in Computerchips bis zu den Lasern in den CD-Playern und den Magnetresonanztomographen in Spitälern und noch vielem mehr.“

---

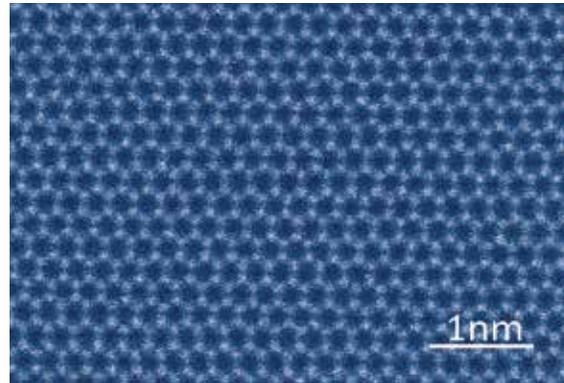
*„Schrödingers Grundlagen zur Quantenphysik prägen unsere heutige Wissenschaft: Physik, Chemie, Nanotechnologie und Teile der Biologie sind ohne sie nicht mehr denkbar. Die Wirtschaftsleistung moderner Nationen basiert substantiell auf einer Technologie, deren Basis nur mittels Quantenphysik richtig beschrieben werden kann.“*

Markus Arndt, Professor für Quantenanophysik  
an der Universität Wien

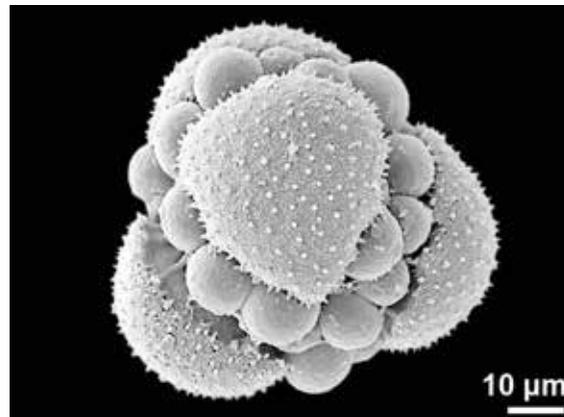
---



Elektronenmikroskop an der Arbeitsgruppe Physik Nanostrukturierter Materialien der Fakultät für Physik, Universität Wien (Prof. Jannik Meyer)



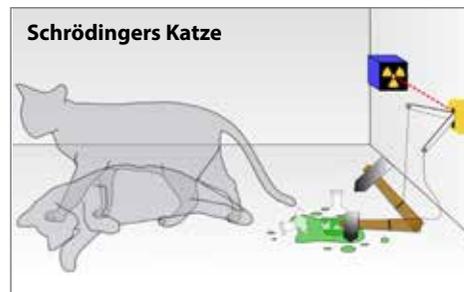
Das Elektronenmikroskop der Universität Wien ermöglicht die atomare Feinstruktur von Materialien aufzuzeigen. Hier die Abbildung einer Graphen-Monolage. Graphen ist eine Modifikation des Kohlenstoffs.



Das Rasterelektronenmikroskop (REM) bildet Oberflächenstrukturen ab: Pollen-Tetrade vom Kap-Sonnentau (*Drosera capensis*), aufgenommen am Department für Botanik und Diversitätsforschung der Universität Wien.



ESA Observatorium auf der Insel Teneriffa. Der Laser diente bei einem Experiment zur Quantenteleportation, welches ein Team um Prof. Anton Zeilinger 2012 auf der Insel durchführte.



In der Quantenmechanik gibt es überlagerte Zustände, die ein Gedankenexperiment ermöglichen, in dem eine Katze sowohl tot als auch lebendig ist. Erst die Beobachtung (Messung) würde den Zustand der Katze eindeutig entscheiden.



*„Das ist in meinen Augen gerade der große moralische Wert der naturwissenschaftlichen Ausbildung, daß wir lernen müssen, Ehrfurcht vor der Wahrheit zu haben, gleichgültig, ob sie mit unseren Wünschen oder vorgefaßten Meinungen übereinstimmt oder nicht.“*

Lise Meitner studierte und forschte von 1901–1907 an der Universität Wien.

# Lise Meitner

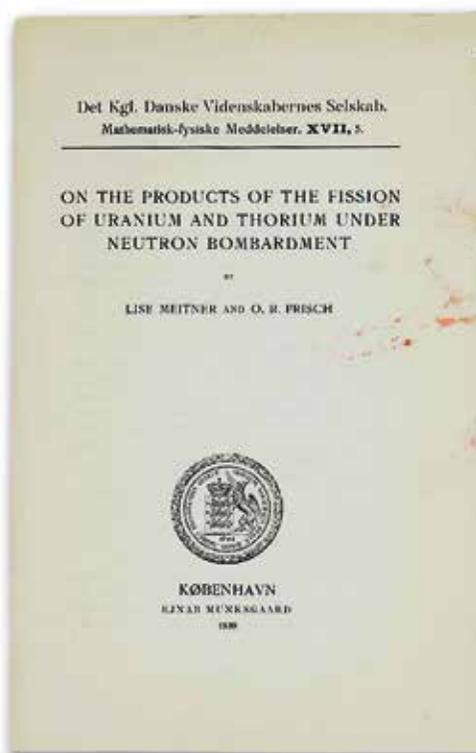
PHYSIKERIN

Lise Meitner (1878–1968) war eine österreichische Kernphysikerin. 1939 veröffentlichte sie zusammen mit Otto Frisch die erste theoretisch-physikalische Erklärung der kurz zuvor von Otto Hahn entdeckten Kernspaltung. Meitner und Frisch konnten zeigen, dass der Kernspaltungsprozess mit der Freisetzung von Energie verbunden ist.

Elise (Lise) Meitner wurde am 7. November 1878 in Wien geboren. Im Juli 1901 legte Meitner die Matura am Akademischen Gymnasium in Wien ab und im Oktober 1901 begann sie mit den Studien der Physik, Mathematik und Philosophie an der Universität. Nach ihrer Promotion 1906 arbeitete sie als unbezahlte postdoktorale Forscherin am Institut für Physik der Universität Wien. 1907, mit neunundzwanzig Jahren, ging Meitner nach Berlin, um die Vorlesungen bei Max Planck zu hören. Geplant war ein einjähriger Forschungsaufenthalt. Es wurden daraus einunddreißig Jahre.

In Berlin traf Lise Meitner auf den vier Monate jüngeren Chemiker Otto Hahn, der auf dem Gebiet der Radioaktivität arbeitete. Es war der Beginn einer engen, dreissig Jahre dauernden Forschungs Kooperation. In den Jahren 1912 bis 1915 war Lise Meitner Assistentin von Max Planck. 1922 habilitierte sie sich und lehrte ab 1923 an der Berliner Universität.

Im Jahr 1926 wurde sie zur außerordentlichen Professorin ernannt. Im September 1933 wurden Lise Meitner von der NSDAP sowohl Titel wie auch Lehrbefugnis aufgrund ihrer jüdischen Herkunft entzogen. Im Juli 1938 floh sie in die Niederlande und emigrierte über Dänemark nach Schweden. Lise Meitner erhielt in späteren Jahren vielfache Ehrungen und die ihr gebührenden wissenschaftlichen und öffentlichen Auszeichnungen für ihr Werk und ihr Leben. Der höchste Preis blieb ihr versagt. Otto Hahn erhielt 1945 den Nobelpreis für Chemie. Meitner wurde dabei übergangen.



Lise Meitner und Otto Frisch *On the Products of the Fission of Uranium and Thorium Under Neutron Bombardment*, 1939

## 1939

Meitner und ihr Neffe Otto Frisch beschreiben in ihrem Artikel ein physikalisches Experiment von Otto Hahn und Fritz Straßmann, das diese einige Wochen davor durchgeführt hatten. Hahn und Straßmann hatten in ihrem Experiment Uranium mit Neutrinos bombardiert. In diesem Verlauf entstand Barium. Meitner und Frisch bestätigten das Experiment und kamen zum Schluss, dass der experimentelle Vorgang ein Fall von Kernspaltung war. Frisch hatte in einem Artikel in *Nature* aus demselben Jahr den Begriff der **Kernspaltung („fission“)** geprägt. Die Veröffentlichungen von Hahn und Straßmann und von Meitner und Frisch setzten eine Entwicklung in Gang, die – gefördert durch die Krisenstimmung der Zeit und die drohende Kriegsgefahr durch Hitler-Deutschland – in der Folge zum Manhattan-Projekt und zur Atombombe führte.

## Von der Radiumforschung zur Nutzung der Kernenergie

Lise Meitners Arbeit war ein wesentlicher Beitrag zur Atomphysik. Als erste deutete sie ein physikalisches Experiment als Kernspaltung. Meitners Theorie der Kernspaltung hatte ungeahnte Konsequenzen. Die Physikerin äußerte sich schon früh zur Verantwortung der Forscher. Den Frauen in der Wissenschaft gab sie ein leuchtendes Vorbild.

Die Kernspaltung setzt Energie frei, ein Prozess der auf vielfältige Weise genutzt werden kann, von der **Stromerzeugung** und dem Antrieb von Schiffen bis zu kriegerischen Waffen. 1945 wurden auf Nagasaki und auf Hiroshima die ersten **Atombomben** abgeworfen. Seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts muss die Menschheit mit der Angst ihrer Auslöschung leben. Die desaströsen Auswirkungen der militärischen Nutzung der Atomtechnik wurden von vielen Forschern und insbesondere von Lise Meitner kritisiert. **Die friedliche Nutzung der Kernspaltung**

im Energiesektor begann mit dem ersten russischen Kernkraftwerk in Obninsk, südlich von Moskau, im Jahre 1954. 1964 weihte Meitners ehemaliger Kollege Otto Hahn ein durch Kernkraft betriebenes deutsches Frachtschiff ein. Es trug seinen Namen.

Lise Meitner wurde zum **Vorbild vieler Frauen**, die sich im Laufe des 20. Jahrhunderts einen Platz in der wissenschaftlichen Forschung erkämpften. Hierfür hatte Meitner eine Vorreiterrolle. Heute übertreffen Frauen die Männer in ihrer Bildungsqualifikation.

---

*„Lise Meitner hat essentielle Beiträge zur Theorie der Kernspaltung geliefert und hätte zusammen mit Otto Hahn den Nobelpreis verdient gehabt. Als Frau mit jüdischer Herkunft sind ihre Verdienste und ihre Leistungen um so beeindruckender, als sie in einer Zeit gearbeitet hat, in der diese beiden Tatsachen Nachteil und Bedrohung für sie waren.“*

André Hoang, Professor für Theoretische Physik an der Universität Wien

---



In Obninsk, südlich von Moskau, wurde 1954 weltweit das erste Kernkraftwerk in Betrieb genommen. Heute ist das Werk ein Museum.

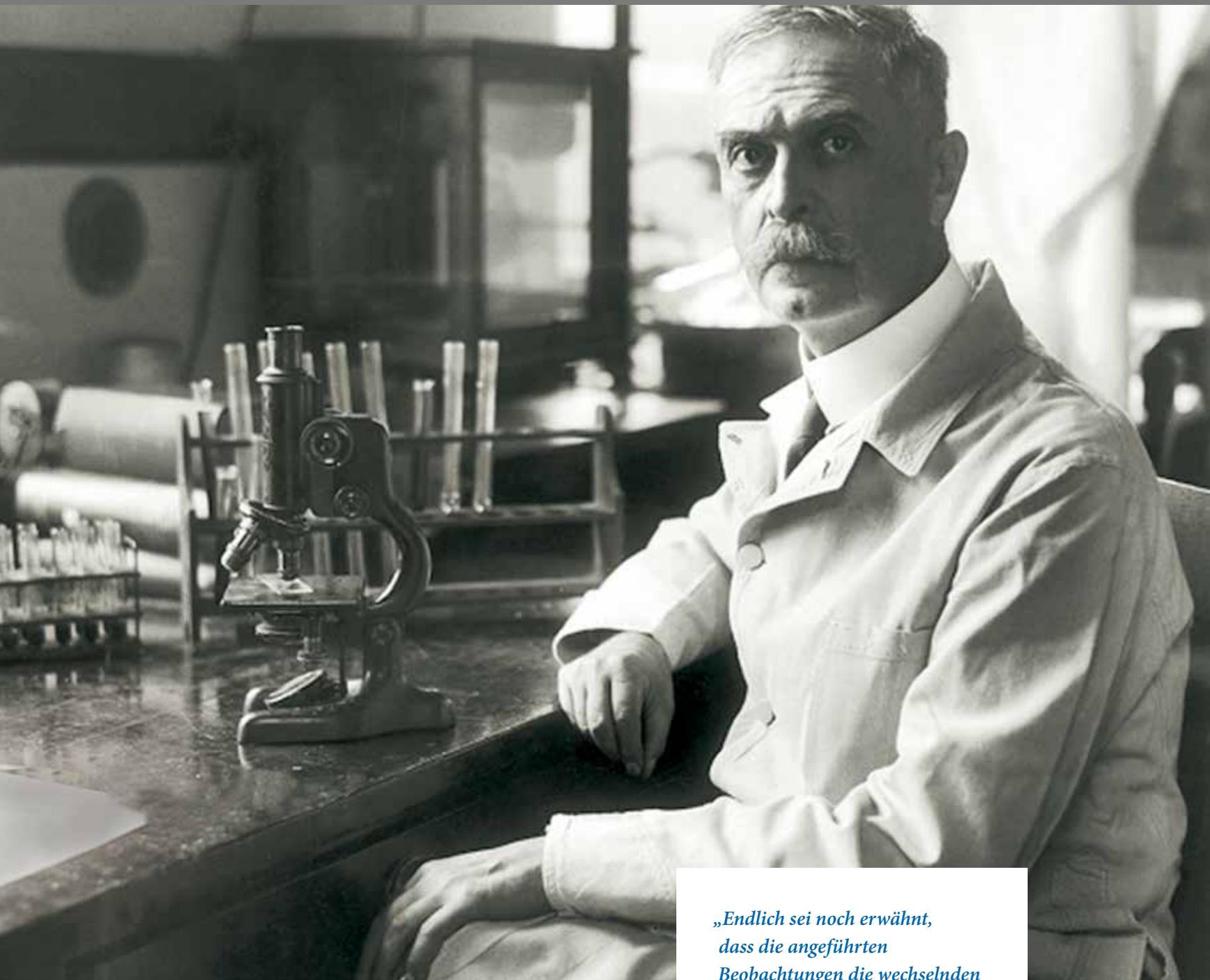


Versuchsaufbau, mit dem Otto Hahn und Fritz Straßmann am 17. Dezember 1938 in Berlin erstmals Uranium mit Neutrinos bombardierten und dabei Barium entstand. Meitner erkannte den Vorgang als Kernspaltung und berechnete die freiwerdende Energie.

Foto: Deutsches Museum, München



Das Frachtschiff „Otto Hahn“ wurde mit Atomkraft angetrieben. Otto Hahn weihte das Schiff 1964 ein. 1979, nach 650.000 Seemeilen, wurde es stillgelegt.



*„Endlich sei noch erwähnt,  
dass die angeführten  
Beobachtungen die wechselnden  
Folgen therapeutischer  
Menschenbluttransfusionen zu  
erklären gestatten.“*

Letzter Satz aus Landsteiners bahnbrechender Arbeit über Blutgruppen, für die er 1930 den Nobelpreis erhielt. Landsteiner forschte und lehrte von 1896–1919 an der Universität Wien.

# Karl Landsteiner

MEDIZINER

Karl Landsteiner (1868–1943) war ein österreichischer Pathologe und Serologe, der 1901 an der Universität Wien das ABO-System der Blutgruppen entdeckte. Dafür erhielt er 1930 den Nobelpreis für Medizin. Von 1922 bis zu seinem Tode arbeitete der begnadete Experimentator und leidenschaftliche Forscher am Rockefeller-Institut in New York.

Karl Landsteiner wurde in Baden bei Wien geboren. Nach seiner Matura begann er 1885 an der Universität Wien ein Studium der Medizin, das er 1891 mit seiner Promotion abschloss. Nach einigen Jahren in Deutschland und der Schweiz kehrte er 1896 als Assistent an die Universität Wien zurück und arbeitete ab 1898 am Pathologisch-Anatomischen Institut der Universität. In einer berühmten Fußnote aus dem Jahr 1900 deutete Landsteiner die Ursache der Blutagglutination an. Ein Jahr später erklärte er diese dann durch unterschiedliche Blutgruppen. Diese Entdeckung der Blutgruppen, sowie seine Forschungen zu Antigenen und Antikörpern revolutionierten die Medizin seiner Zeit. 1911 wurde Landsteiner zum außerordentlichen Professor der Medizin an der Universität Wien ernannt.

Nach dem Ersten Weltkrieg, 1919, verließ er Österreich und nahm eine Stelle an einem katholischen Spital in Den Haag an. 1922 ging er an das Rockefeller Institute for Medical Research in New York. Dort erhielt er 1930 für seine Entdeckung der Blutgruppen den Nobelpreis. Nach seiner Pensionierung und nach über 300 wissenschaftlichen Publikationen entdeckte Landsteiner noch 1941 den Rhesusfaktor. Seine letzten Arbeiten widmete er der Onkologie, da er das Leben seiner krebserkrankten Frau retten wollte.

Tabelle I, betreffend das Blut sechs anscheinend gesunder Männer.

Sera	Dr. St.	Dr. Plecn.	Dr. Starl.	Dr. Erdb.	Zar.	Landst.
Dr. St.	—	+	+	+	+	—
Dr. Plecn.	—	—	+	+	+	—
Dr. Starl.	—	—	—	+	+	—
Dr. Erdb.	—	—	—	—	+	—
Zar.	—	—	—	—	—	+
Landst.	—	—	—	—	—	—

Blutkörperchen von:

	Dr. St.	Dr. Plecn.	Dr. Starl.	Dr. Erdb.	Zar.	Landst.
Dr. St.	—	+	+	+	+	—
Dr. Plecn.	—	—	+	+	+	—
Dr. Starl.	—	—	—	+	+	—
Dr. Erdb.	—	—	—	—	+	—
Zar.	—	—	—	—	—	+
Landst.	—	—	—	—	—	—

Tabelle aus Karl Landsteiners *Über Agglutinationserscheinungen normalen menschlichen Blutes*. Im Reagenzglas untersuchte er die Reaktion der Vermischung des eigenen Blutes („Landst.“) und des Blutes von Laborkollegen (5 Proben) in allen 36 Kombinationen.

## 1901

In der fünfseitigen Arbeit, für die er den Nobelpreis erhielt, bewies Landsteiner, dass bestimmte Mischungen des Blutes verschiedener Personen eine Verklumpung bewirken. Er schloss daraus, dass das Blut in **verschiedene Blutgruppen** eingeteilt werden muss. Landsteiner nahm drei Blutgruppen an und entdeckte somit das **ABO-System der Blutgruppen**:

„In einer Anzahl von Fällen (Gruppe A) reagiert das Serum auf die Körperchen einer anderen Gruppe (B), nicht aber auf die der Gruppe A, während wieder die Körperchen A vom Serum B in gleicher Weise beeinflusst werden. In der dritten Gruppe (C) agglutinirt das Serum die Körperchen von A und B, während die Körperchen C durch die Sera von A und B nicht beeinflusst werden“, so Landsteiner in seiner Arbeit.

Ein Jahr nach dieser Entdeckung wurde eine vierte Blutgruppe gefunden (AB). Wenig später konnte Landsteiner auch einen Test entwickeln, um die verschiedenen Blutgruppen zu unterscheiden. Landsteiner wies auch nach, dass die Antigene der Blutzellen erklären, warum Bluttransfusionen sehr unterschiedliche Auswirkungen hatten.

## Von der Serologie zur Bluttransfusion

Karl Landsteiner entdeckte 1901 die Blutgruppen. Die Bluttransfusion wurde dadurch zu einer gängigen therapeutischen Maßnahme. Die Bluttransfusion reduzierte massiv die Sterberate bei chirurgischen Operationen und rettet jährlich das Leben von Millionen Menschen.

Jahrhundertlang glaubte man Menschen durch Aderlass heilen zu können, mit kläglichen Ergebnissen. Sogar der österreichische Kaiser Leopold II. wurde 1792 durch diese Technik frühzeitig ins Grab gebracht. 1829 hatte ein britischer Mediziner erstmals eine Bluttransfusion zwischen zwei Menschen unternommen, um dadurch einen Blutverlust zu kompensieren. Aber auch diese therapeutische Maßnahme zeigte teils dramatische Auswirkungen. Durch die **Unverträglichkeit unterschiedlicher Blutgruppen** entstanden nach der Transfusion oft heftige Abwehrreaktionen, die bis zum Tode führen konnten.

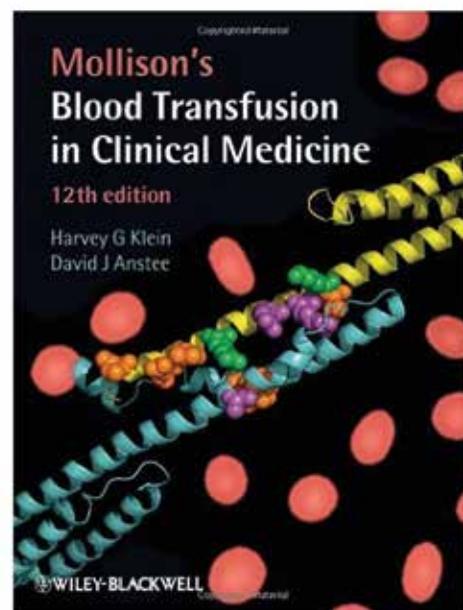
Erst durch Landsteiners Entdeckung konnte man diese Gefahr bändigen. Die Bluttransfusion wurde zu einem Mittel, um dem Blutverlust, zum Beispiel bei Operationen, entgegenzuwirken. Nach der Entdeckung Landsteiners dauerte es aber noch einige Jahre, bis man das menschliche Blut konservieren konnte. Um den Ersten Weltkrieg wurden dann **lebensrettende Bluttransfusionen** gängig. Lange Operationen mit einem hohen Blutverlust wurden durch die Transfusion viel weniger riskant. Heute werden jährlich **108 Millionen Blutspenden** empfangen und die Transfusion gehört zu den häufigsten Eingriffen in Spitälern. Millionen Leben werden jährlich dadurch gerettet.

---

*„Der Ausnahme-Immunologe Karl Landsteiner hat Medizingeschichte geschrieben. Sein Forscherdrang hat ihn bis zu seinem Tod angetrieben. Wir verdanken ihm die Entdeckung der Blutgruppen und des Rhesusfaktors, sowie die Benennung der Haptene. Sein Werk hat unzählige Leben gerettet. Aus heutiger Sicht war er ein Wegbereiter der Molekularmedizin.“*

Giulio Superti-Furga, wissenschaftlicher Direktor des CeMM, Forschungszentrum für Molekulare Medizin der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

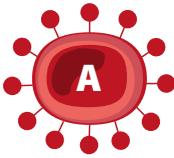
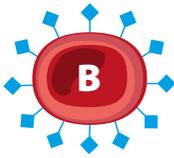
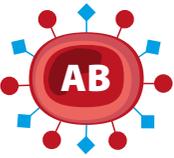
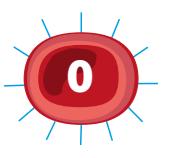
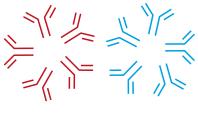
---



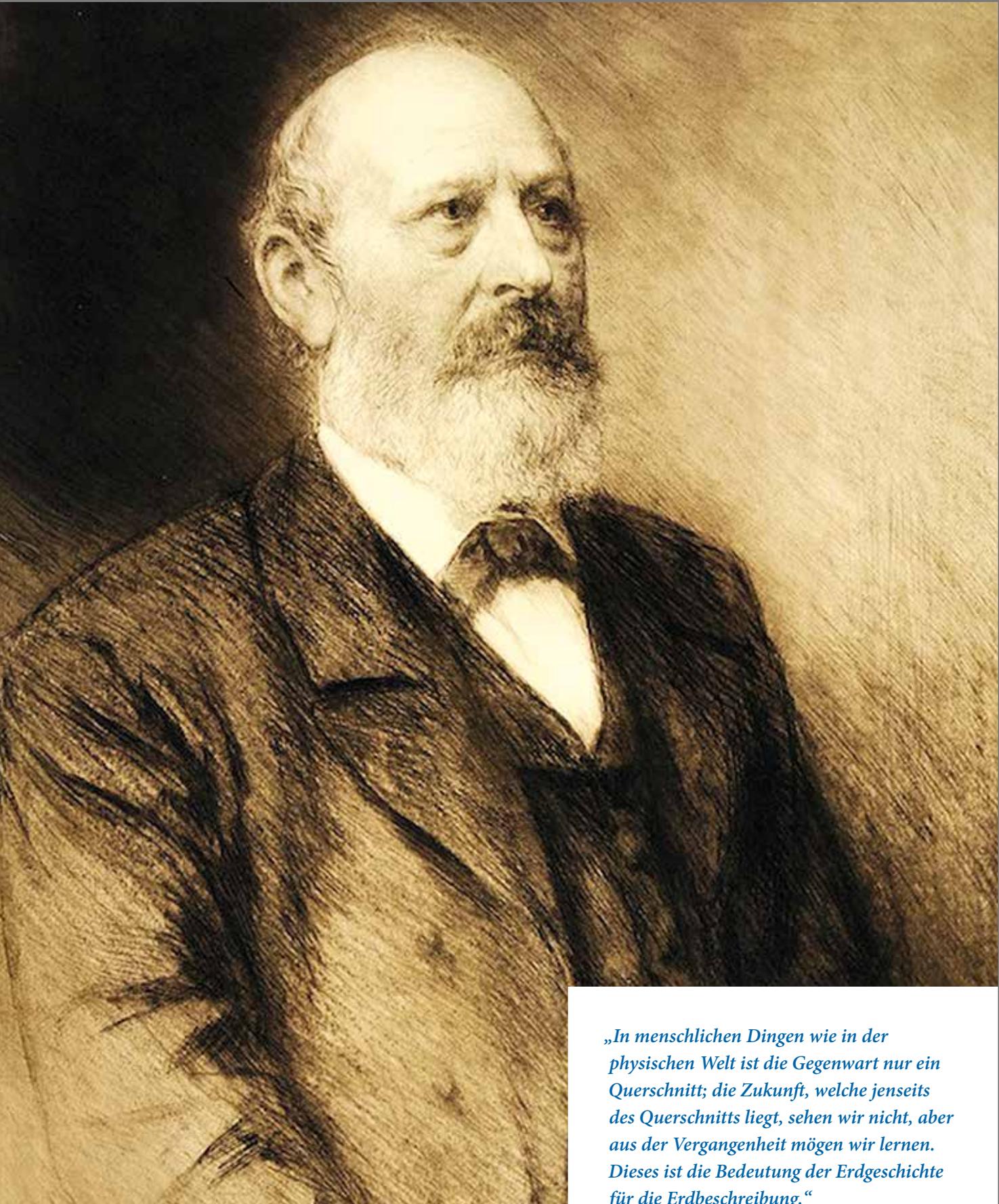
Ein modernes Lehrbuch über Bluttransfusion, 2014



Eine frühe Bluttransfusion mit konserviertem Blut durch den argentinischen Arzt Luis Agote, 1914. Wenige Monate davor hatte der belgische Arzt Albert Hustin die erste Transfusion dieser Art unternommen.

	GRUPPE A	GRUPPE B	GRUPPE AB	GRUPPE 0
Erythrozyten				
Antigene	A Antigen	B Antigen	A und B Antigen	keine
Antikörper			keine	

Die von Landsteiner entdeckten Blutgruppen, ihre Antigene auf der Oberfläche der roten Blutkörperchen und ihre Antikörper im Blutplasma.



*„In menschlichen Dingen wie in der physischen Welt ist die Gegenwart nur ein Querschnitt; die Zukunft, welche jenseits des Querschnitts liegt, sehen wir nicht, aber aus der Vergangenheit mögen wir lernen. Dieses ist die Bedeutung der Erdgeschichte für die Erdbeschreibung.“*

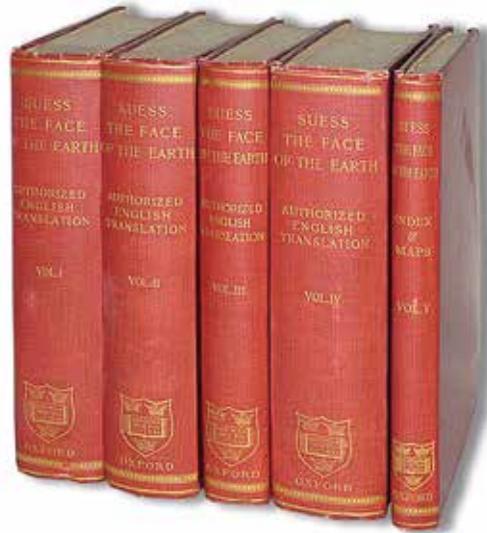
Eduard Suess lehrte und forschte an der Universität Wien von 1857–1901.

# Eduard Suess

GEOLOGE

**Suess (1831–1914) war Professor für Geologie und Rektor an der Universität Wien. In Wien gab er als Politiker wesentliche Impulse für die Wasserversorgung und Donauregulierung.**

Suess wurde in London geboren, wuchs aber in Prag und Wien auf. In Wien war Suess Assistent am „Hofmuseum“, dem späteren Naturhistorischen Museum. 1857 wurde er aufgrund seiner wissenschaftlichen Leistungen (ohne Promotion und Habilitation) vom Kaiser an der Universität Wien zum Professor für Paläontologie und 1862 zum Professor für Geologie ernannt. Er erwarb sich früh den Ruf eines weltweit führenden Experten des tektonischen Baus der Alpen und ihrer Entstehung. Suess war auch als Politiker sehr aktiv. Er war ein liberaler Abgeordneter zum Niederösterreichischen Landtag und saß im Wiener Gemeinderat. In diesen Funktionen setzte er sich für den Bau der I. Wiener Hochquellenleitung ein, die 1873 eröffnet wurde. Suess wirkte auch an der ersten Wiener Donauregulierung mit, die zwischen 1870 und 1875 durch die Schaffung eines Überschwemmungsgebiets realisiert wurde. 1888 wurde Suess Rektor der Universität Wien. Er resignierte bereits ein Jahr später infolge antisemitischer Anfeindungen.



Eduard Suess *Das Antlitz der Erde*, in der englischen Übersetzung

## 1883 bis 1909

In seinem umfangreichen Werk setzte sich Suess mit der geologischen Struktur der Erde auseinander und gab eine genaue Beschreibung der paläontologischen Entwicklung der Erde. Dieses Hauptwerk von Suess wurde in zahlreiche Sprachen übersetzt. Durch sein Studium der geologischen Spuren von Pflanzen vertrat Suess die Ansicht, dass die Kontinente früher verbunden sein mussten. Den Urkontinent, der Amerika, Afrika und Indien verband, nannte Suess „Gondwana“. Dieser Name hat sich bis heute in der Fachliteratur erhalten.

Obwohl Suess damals schon die falsche Theorie des Vulkanismus als Erklärung für die Hebung und Senkung der Erdmassen ablehnte, vertrat er noch nicht die Idee einer Verschiebung der Kontinente. Man nahm zur Zeit von Suess an, dass die Kontinente durch Landbrücken verbunden waren, Suess vertrat aber die Ansicht, dass sie durch breite Landmassen verbunden waren, die später in den Ozeanen versunken sind. Die Theorie einer Verschiebung der Kontinente wurde erst durch Alfred Wegener, einen Geologen an der Universität Graz, zur Standardauffassung.

## Von der Geologie zur Wiener Hochquellenleitung

Eduard Suess, einer der wichtigsten Geologen des 19. Jahrhunderts, prägte unsere Sicht der Urgeschichte der Erde. Als Wissenschaftler und Politiker setzte sich Suess für den Bau der Wiener Hochquellenwasserleitung und für die Donauregulierung ein.

Eduard Suess nahm an, dass die verschiedenen Kontinente ursprünglich verbunden waren. Den Urkontinent nannte er 1861 „Gondwana“ und den Urozean neben diesem Kontinent „Thetys“. Auch heute noch nennt man den Urkontinent, der vor 500 Millionen Jahren existierte, Gondwana. Suess hatte entdeckt, dass die Gattung Glossopteris, ein Samenfarne, zur Zeit des Perm auf den großen Kontinenten der südlichen Hemisphäre ubiquitär vorkam. Diese Kontinente mussten daher ursprünglich untereinander verbunden sein.

Als politisch aktiver Wissenschaftler beriet Suess die erste **Regulierung der Donau** in Wien, die zwischen 1870 und 1875 stattfand. Zwischen 1830 und 1862 gab es eine

Reihe von verheerenden Überschwemmungen in Wien. Man plante deshalb die verstreuten Donauarme in einen großen Strom zu fassen und legte neben dem Fluss ein Überschwemmungsgebiet an. 1875 begann die Donau in ihrem regulierten Bett zu fließen. Auch zum Bau der **I. Wiener Hochquellenleitung** kamen von Suess wesentliche Impulse. 1862 hatte der Wiener Gemeinderat eine „Wasserversorgungskommission“ gebildet, die den Wassermangel in der stark wachsenden Großstadt beheben sollte. Als Mitglied der Kommission verfasste Suess den „Bericht über die Erhebungen der Wasserversorgungskommission des Gemeinderathes der Stadt Wien“. Dieser schlug vor, das Wasser aus den niederösterreichischen Orten Kaiserbrunn, Stixenstein und Alta nach Wien zu leiten. 1873 wurde der Bau der Leitung dann abgeschlossen.

---

*„Eduard Suess gilt mit Recht  
als Vater der österreichischen Geologie –  
er war weltweit einer der ersten,  
der ein globales geologisches Gesamtbild  
gezeichnet hat.“*

Christian Köberl, Professor für Impaktforschung  
und planetare Geologie an der Universität Wien

---

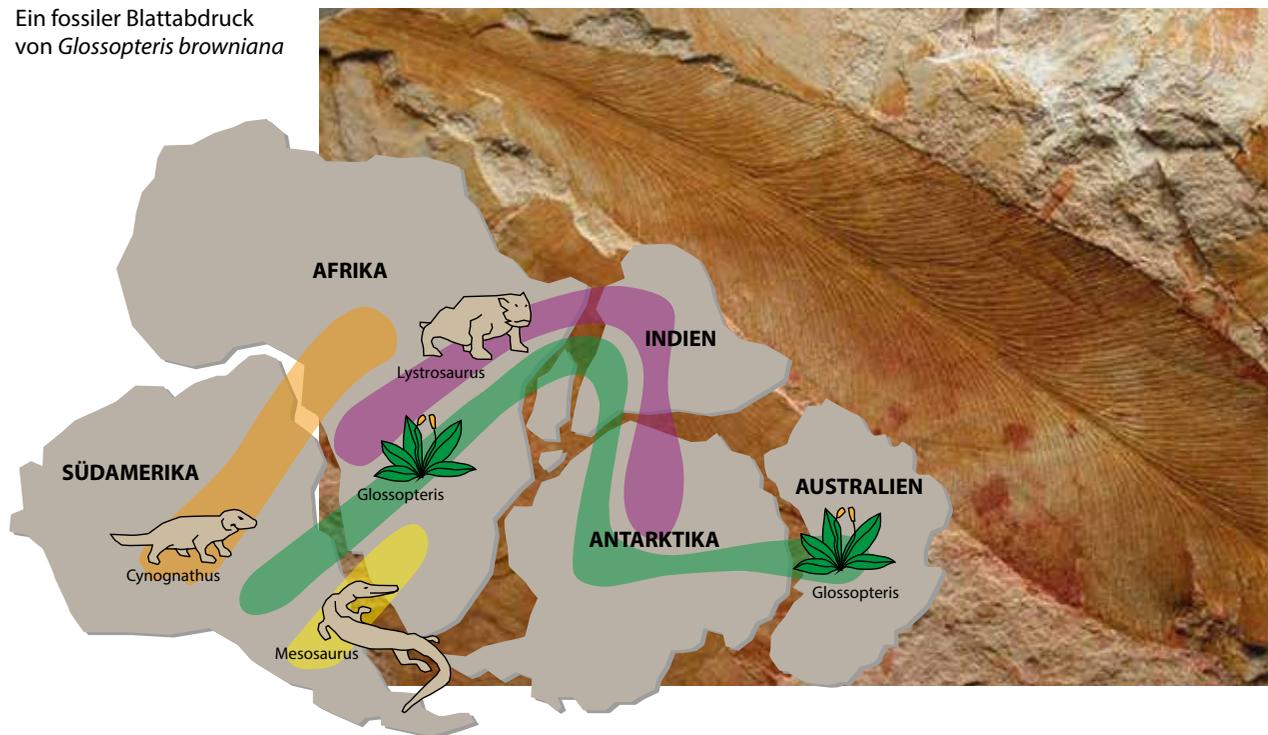


Ein Aquädukt der 95 Kilometer langen I. Wiener Hochquellenleitung, im Hintergrund Mödling



Der Hochstrahlbrunnen am Schwarzenbergplatz in Wien wurde anlässlich der Fertigstellung der I. Wiener Hochquellenleitung gebaut. Gegenüber vom Brunnen steht eine Büste von Eduard Suess.

Ein fossiler Blattabdruck von *Glossopteris browniana*



Die Gattung **Glossopteris** der ausgestorbenen Pflanzengruppe der Samenfarne gab der Pflanzenwelt des Gondwana-Kontinents zur Zeit des Perm ihren Namen. Fossile Blattabdrücke von *Glossopteris*-Arten finden sich im Gestein des gesamten Gondwana-Kontinents. Die Karte zeigt die paleobiogeographischen Verbreitungsgebiete von *Glossopteris* und dreier Vertreter säugetierähnlicher Reptilien.



1875 wurde die Donau in einem breiten Bett gefasst. Das Bild zeigt die Donau wenige Tage vor dem Durchbruch zum neuen Flussbett. Daneben entstand ein breites Überschwemmungsgebiet.



*„Jeder Mensch hat angeborene, schon durch die Vernunft einleuchtende Rechte, und ist daher als eine Person zu betrachten. Slavery oder Leibeigenschaft, und die Ausübung einer darauf sich beziehenden Macht wird in diesen Ländern nicht gestattet.“*

Die von Zeiller stammende Fassung des § 16 des Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuches.  
Franz von Zeiller lehrte seit 1778 an der Universität Wien und war von 1803–1807 ihr Rektor.

# Karl Anton von Martini

RECHTSWISSENSCHAFTLER

**Martini (1726–1800) lehrte zur Zeit der Aufklärung als Rechtswissenschaftler an der Universität Wien. Sein Vernunftrecht prägte die Reformen von Joseph II.**

Karl Anton von Martini wurde in der Nähe von Trient im heutigen Südtirol geboren. Er studierte ab 1741 Jus in Innsbruck und ab 1747 in Wien. Ab 1754 unterrichtete er an der Universität Wien Römisches Recht und Naturrecht und schrieb juristische Lehrbücher, die europaweit verwendet wurden. Zu seinen Schülern zählten die Aufklärer Josef von Sonnenfels (1732–1817) und Franz von Zeiller. Er unterrichtete auch von 1761 bis 1765 Erzherzog Leopold, der als Großherzog der Toskana (und späterer Kaiser Leopold II.) zu einem der aufgeklärtesten Fürsten Europas wurde. 1782 wurde Martini von Kaiser Joseph II. zum Staatsrat ernannt und unterstützte den Kaiser bei seinen Justizreformen. Kurz vor seinem Tod verfasste er noch eines der modernsten Kodifikationen der Zeit, das Bürgerliche Gesetzbuch für Galizien (1797), das als „Ur-Entwurf“ zur Grundlage des Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuches von 1811 wurde.



Franz von Zeiller *Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch für die gesammten deutschen Erbländer der Oesterreichischen Monarchie*, 1811

# Franz von Zeiller

RECHTSWISSENSCHAFTLER

Zeiller (1751–1828) war der maßgebliche Jurist in der Hofkommission, die das Allgemeine Bürgerliche Gesetzbuch verfasste. Zeiller war auch Rektor der Universität Wien.

Zeiller wurde in Graz geboren, wo er auch sein Studium der Rechtswissenschaften begann. 1778 erwarb er sein Doktorat an der Universität Wien, wo er zum Schüler Franz Anton von Martinis wurde. Ab dieser Zeit unterrichtete Zeiller Jus an der Universität Wien. Er verfasste den 1. Teil des Strafgesetzbuches von 1803, ein für damalige Verhältnisse höchst modernes Gesetzbuch. Im selben Jahr wurde er auch zum Rektor der Universität Wien ernannt und blieb dies bis 1807.

Seit 1801 fungierte er als Redaktor der Hofkommission für die Fertigstellung des Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuchs (ABGB). Das ABGB wurde 1811 vollendet und bildet bis heute die Grundlage des österreichischen Zivilrechts.

## 1811

Das *Allgemeine Bürgerliche Gesetzbuch* (ABGB) wurde unter maßgeblicher Mitarbeit Franz von Zeillers im ersten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts erarbeitet. Ausgangspunkt für diese Kodifikation war der 1797 fertiggestellte „Entwurf Martini“. Franz von Zeiller war Schüler und Lehrstuhlnachfolger von Franz Anton von Martini und stand wie dieser in der **Tradition des Vernunftrechts** des 18. Jahrhunderts. Nach Martini wird uns das Recht durch vernünftige Einsicht gegeben. Martini wurde aber auch durch den französischen Rechtsphilosophen Charles-Louis de Montesquieu (1689–1755) beeinflusst, der die Bedeutung der spezifischen geographischen und historischen Umstände und der lokalen Bedingungen bei der Rechtsentwicklung hervorhob.

Martini hatte auch einen **Katalog von Grundrechten** erarbeitet, der in einer deutlich reduzierten Form in dem von Franz von Zeiller formulierten § 16 mit seiner Anerkennung „angeborener, schon durch die Vernunft einleuchtender Rechte“ fortlebt. Franz von Zeillers ABGB erwies sich als sehr anpassungsfähig in den Wandlungen der Zeit und ist bis heute die **Grundlage des Zivilrechts in Österreich**.

## Vom ABGB zum modernen Rechtsstaat

Im Zeitalter der Aufklärung entwickelte sich eine neue Rechtsauffassung, die jedem Bürger gleiche Rechte zuerkannte. Aufbauend auf dem Entwurf Franz Anton von Martinis stellte Franz von Zeiller 1811 das *Allgemeine Bürgerliche Gesetzbuch* (ABGB) fertig. Es bestimmt – in veränderter Form – bis heute das österreichische Zivilrecht und ist eines der ältesten noch gültigen Gesetzbücher Europas.

Das 1812 in Kraft getretene *Allgemeine Bürgerliche Gesetzbuch* galt (mit zum Teil wechselndem Geltungsbereich) in großen Teilen der Donaumonarchie. Mit dem *Code Civil* in Frankreich (1804) bildet der Gesetzestext **eine der ältesten noch gültigen Zivilrechtskodifikationen**. Die französischen und österreichischen Zivilgesetzbücher veränderten die europäische Rechtskultur und brachten die **Aufklärungsidee** der Anerkennung unveräußerbarer Rechte jedes Menschen zum Ausdruck; diese bestimmt in Form der Grundrechte bis heute unsere Rechtsauffassung.

Bis ins 20. Jahrhundert war das *Allgemeine Bürgerliche Gesetzbuch* von Franz von Zeiller in verschiedenen mitteleuropäischen Ländern

gültig, so in der Tschechoslowakei und in Teilen Polens bis kurz nach dem Zweiten Weltkrieg. In Liechtenstein gilt es (allerdings zu einem erheblichen Teil verändert) noch heute. In Österreich ist das Gesetzbuch nach wie vor in Kraft. Es wurde aber in Teilbereichen novelliert und durch zahlreiche zusätzliche Gesetze ergänzt. Stärkere Änderungen des ABGB gab es ab 1914 mit den „Teilnovellen“ sowie in der Folge aufgrund sozialer Veränderungen. So finden sich heute große Teile des Mietrechts, des Arbeitsrechts und des Eherechts in Gesetzen außerhalb des ABGB. Seit den 1970er Jahren kamen dann laufend weitere Reformen hinzu, insbesondere im Familien- und im Personenrecht.

---

*„Franz von Zeiller hat mit seinem an Naturrecht und Immanuel Kant geschulnten juristischem Gespür ein mehr als 50 Jahre in Anspruch nehmendes Kodifikationsprojekt vollendet, welches sich – durch die ihm zu verdankende liberal angelegte, „offene“ Konzeption – mehr als 200 Jahre als Basis des österreichischen Privatrechts bewährt hat.“*

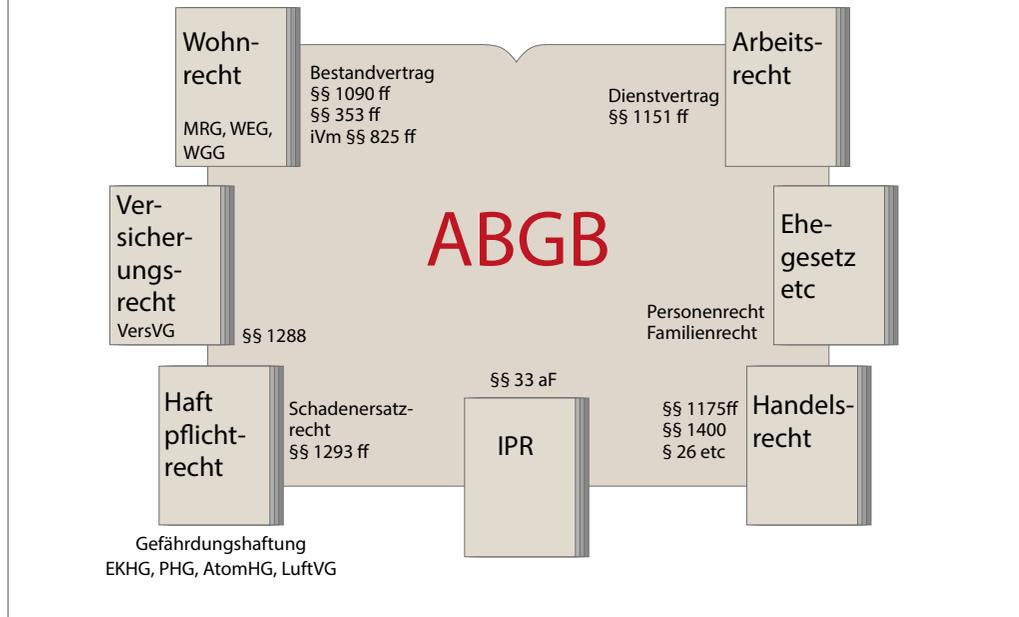
Franz-Stefan Meissel, Professor für Römisches Recht und Privatrecht im Rechtsvergleich an der Universität Wien

---



Aktuelle Gesetzesausgabe  
zum *Allgemeinen  
Bürgerlichen Gesetzbuch*

## Das ABGB als Mutterboden (privat)rechtlicher Entwicklungen

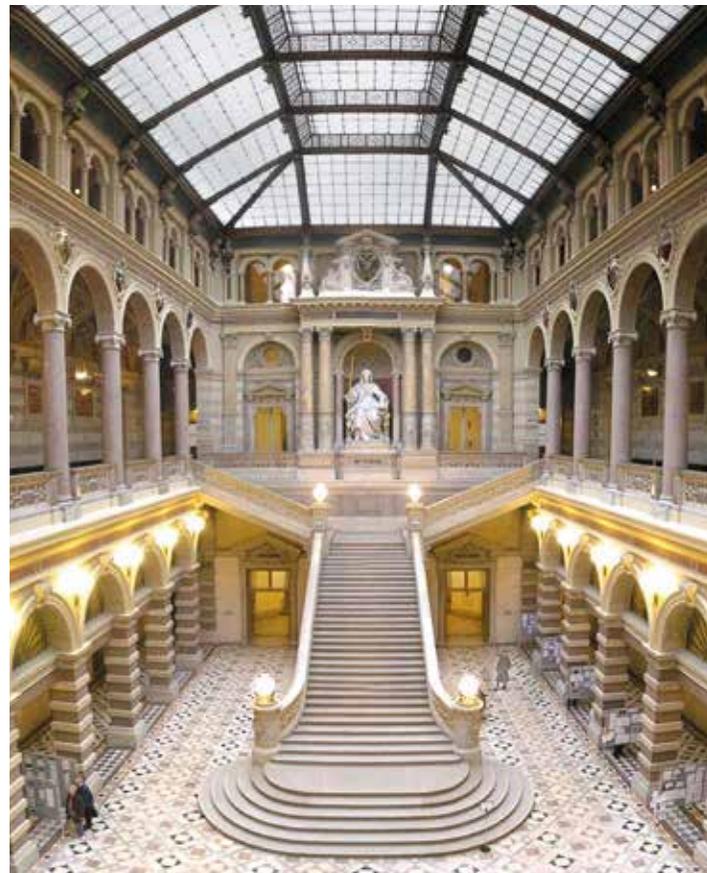


Das ABGB als Grundlage des österreichischen Zivilrechts und als Quelle neuer Rechtsmaterien



Die allegorische Gruppe der Jurisprudenz von Rudolf Weyr (um 1884) am Hauptgebäude der Universität Wien.

Foto: Franz Pfluegl, 2006



Der Justizpalast in Wien wurde 1875 bis 1881 vom Architekten Alexander Wielemans von Monteforte erbaut und beherbergt das Landesgericht für Zivilrechtssachen Wien.



*„Woher und warum empfängt der Kapitalist jenen end- und mühelosen Güterfluß? Diese Worte enthalten das theoretische Problem des Kapitalzinses. Es wird gelöst sein, wenn die geschilderte Tatsache des Zinsenbezugs erklärt sein wird.“*

Eugen Böhm-Bawerk lehrte und forschte an der Universität Wien von 1904–1914.

# Eugen Böhm-Bawerk

ÖKONOM

**Böhm-Bawerk (1851–1914) war österreichischer Finanzminister und lehrte Nationalökonomie an der Universität Wien.**

Böhm-Bawerk wurde in Brünn (Mähren) geboren und studierte von 1868–72 Rechts- und Staatswissenschaften an der Universität Wien. Nach Studienaufenthalten in Heidelberg, Leipzig und Jena promovierte er 1875 in Wien. Bis 1880 war er im Niederösterreichischen Finanzdienst tätig. 1880 heiratete er die Schwester des Nationalökonomen Friedrich von Wieser und habilitierte sich im selben Jahr in politischer Ökonomie. Von 1881 bis 1889 lehrte er an der Universität Innsbruck, wo er auch an seinem Hauptwerk *Kapital und Kapitalzins* arbeitete. 1889 wurde er Ministerialrat und später Sektionschef im Österreichischen Finanzministerium. In drei Kabinetten war Böhm-Bawerk Finanzminister, erstmals 1895, dann 1897–1898 und 1900–1904.

1899 wurde er auch Mitglied des Herrenhauses. Als Finanzminister strebte er einen ausgeglichenen Haushalt an und führte die progressive Einkommenssteuer in Österreich ein. Nachdem der dritte und letzte Band von Karl Marx' *Kapital* 1894 erschienen war, publizierte Böhm-Bawerk eine Kritik der Wert- und Preistheorie von Marx: *Zum Abschluß des Marx'schen Systems* (1896). Nach seiner Tätigkeit als Finanzminister kehrte Böhm-Bawerk in die Wissenschaft zurück und übernahm eine Professur an der Universität Wien. Maßgebliche spätere Ökonomen und Politiker saßen als Studenten in seinem Seminar, so Ludwig von Mises, Joseph Schumpeter, Otto Bauer, Otto Neurath und Rudolf Hilferding. Von 1911–1914 war Böhm-Bawerk auch Präsident der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.



Eugen Böhm-Bawerk *Kapital und Kapitalzins*, Ersterscheinung 1884

## 1884

Böhm-Bawerk gehört mit Friedrich von Wieser zur zweiten Generation der **Österreichischen Schule der Nationalökonomie**, die der Nationalökonom Carl Menger mit seiner Grenznutzentheorie begründet hatte. Um Tausch zu erklären entwickelte Menger im Gegensatz zu den von Smith, Ricardo und Marx vertretenen (arbeitstheoretischen) Theorien der objektiven Bewertungen eine Theorie der subjektiven Bewertungen. Demnach bewerten Menschen den Gesamtvorrat eines Gutes nach dem sogenannten Grenznutzen, i.e. nach der Bedeutung, die die Befriedigung des für sie am wenigsten wichtigen Bedürfnisses durch eine konkrete Einheit dieses Gutes hat. Auf Basis dieser subjektiven Werttheorie entwickelt Menger eine Preistheorie, die im Vergleich zu einer auf einer objektiven Werttheorie basierenden, erklärungskräftiger ist.

In seinem Hauptwerk *Kapital und Kapitalzins* lieferte Böhm-Bawerk eine Theorie des Kapitals und des Kapitalzinses im Rahmen von Mengers Theorie des Grenznutzens. Böhm-Bawerk erklärte darin auch die zentrale Rolle der Zeit in der Produktion und entwickelte eine **Theorie der „Produktionsumwege“**. Die zwei ersten Bände von *Kapital und Kapitalzins* erschienen 1884 und 1889. Ein dritter Band des Werkes erschien erst 1921 aus dem Nachlass von Böhm-Bawerk.

## Von der Kapitaltheorie zur Einkommenssteuer

Böhm-Bawerk gehört zu den bedeutendsten Vertretern der Österreichischen Schule der Nationalökonomie. Er entwickelte eine neue Theorie des Kapitals und des Kapitalzinses. Als Finanzminister führte Böhm-Bawerk in Österreich die progressive Einkommenssteuer ein. Er beeinflusste das ökonomische Denken des ganzen 20. Jahrhunderts von Rudolf Hilferding bis Friedrich August von Hayek.

Böhm-Bawerks Hauptwerk ist ein zentraler Beitrag zum **Verständnis des Kapitals und der Kapitalerträge**. Carl Mengers Grenznutzentheorie hatte die Ökonomie auf eine neue Basis gestellt und damit eine Revolution in der Nationalökonomie ausgelöst. Es war das Verdienst Böhm-Bawerks, eine Kapitaltheorie auf dieser neuen Basis zu entwickeln.

Böhm-Bawerks Theorie stand in Widerspruch zur marxistischen Theorie des Kapitals und löste eine starke und im ganzen 20. Jahrhundert anhaltende Kritik des Marxismus aus. Berühmt hierfür wurde die Debatte von Eugen Böhm-Bawerk mit dem Austromarxisten Rudolf Hilferding, der 1904 die marxistische Werttheorie zu retten versuchte. Die 3. und 4.

Generation der Österreichischen Schule der Nationalökonomie (Ludwig von Mises, Gottfried Haberler, Fritz Machlup, Friedrich August von Hayek) stützte sich auf Böhm-Bawerks **Kritik des Sozialismus**.

Böhm-Bawerks *Kapital und Kapitalzins* steht in einer Reihe mit den bedeutendsten Theorien des Kapitals der letzten 150 Jahre. Ein weiteres wichtiges Verdienst Böhm-Bawerks war seine Tätigkeit als österreichischer Finanzminister und hier insbesondere die Einführung der progressiven Einkommenssteuer in Österreich, die mit der Steuerreform 1896 in Kraft trat. Obwohl Böhm-Bawerk diese Reform vorbereitete, war er zum Zeitpunkt ihrer Implementierung gerade nicht mehr Minister. Die Einführung einer **progressiven Einkommenssteuer** galt als revolutionär, da in ihr eine gewisse Abkehr von den bis dahin geltenden Prinzipien gesunder Fiskalpolitik gesehen wurde.

---

*„Eugen Böhm-Bawerk erklärt durch die Höher-schätzung gegenwärtiger ‚genussreifer Güter‘ und die Geringschätzung künftig erreichbarer Güter sowie durch die zeitliche Dimension der Produktion, durch das Einschlagen von ‚Produktionsumwegen‘, den Kapitalzins.“*

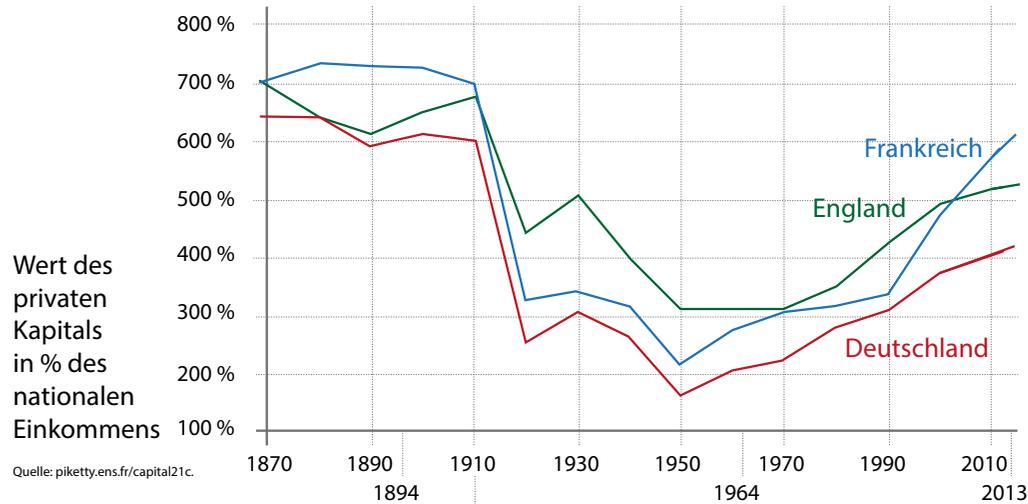
Georg Winckler, Professor für Volkswirtschaftstheorie und Volkswirtschaftspolitik und Rektor der Universität Wien 1999–2011

---

Böhm-Bawerks *Kapital und Kapitalzins* gehört zu den wichtigsten Theorien des Kapitals der letzten 150 Jahre, von Marx (1867) bis Piketty (2013). Diese Theorien behandeln oft sehr verschiedene Aspekte des „Kapitals“, von den Produktionsmitteln zur menschlichen Kompetenz

(Becker) und der allgemeinen Vermögensverteilung (Piketty). Hier sind diese Theorien im Bezug zur Entwicklung des Kapitals in Europa von 1870 bis 2010 dargestellt.

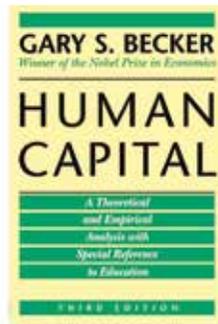
## VERHÄLTNIS KAPITAL/EINKOMMEN IN EUROPA, 1870–2010



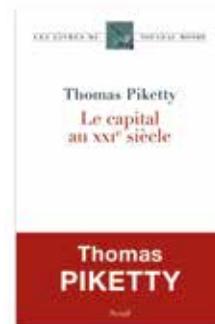
Böhm-Bawerks Kritik von Karl Marx' *Das Kapital* aus dem Jahr 1894 und Hilferdings Antwort darauf 1904. Englische Ausgabe der beiden Werke, 1949



Rudolf Hilferding *Das Finanzkapital*, erstmals veröffentlicht in Wien 1910



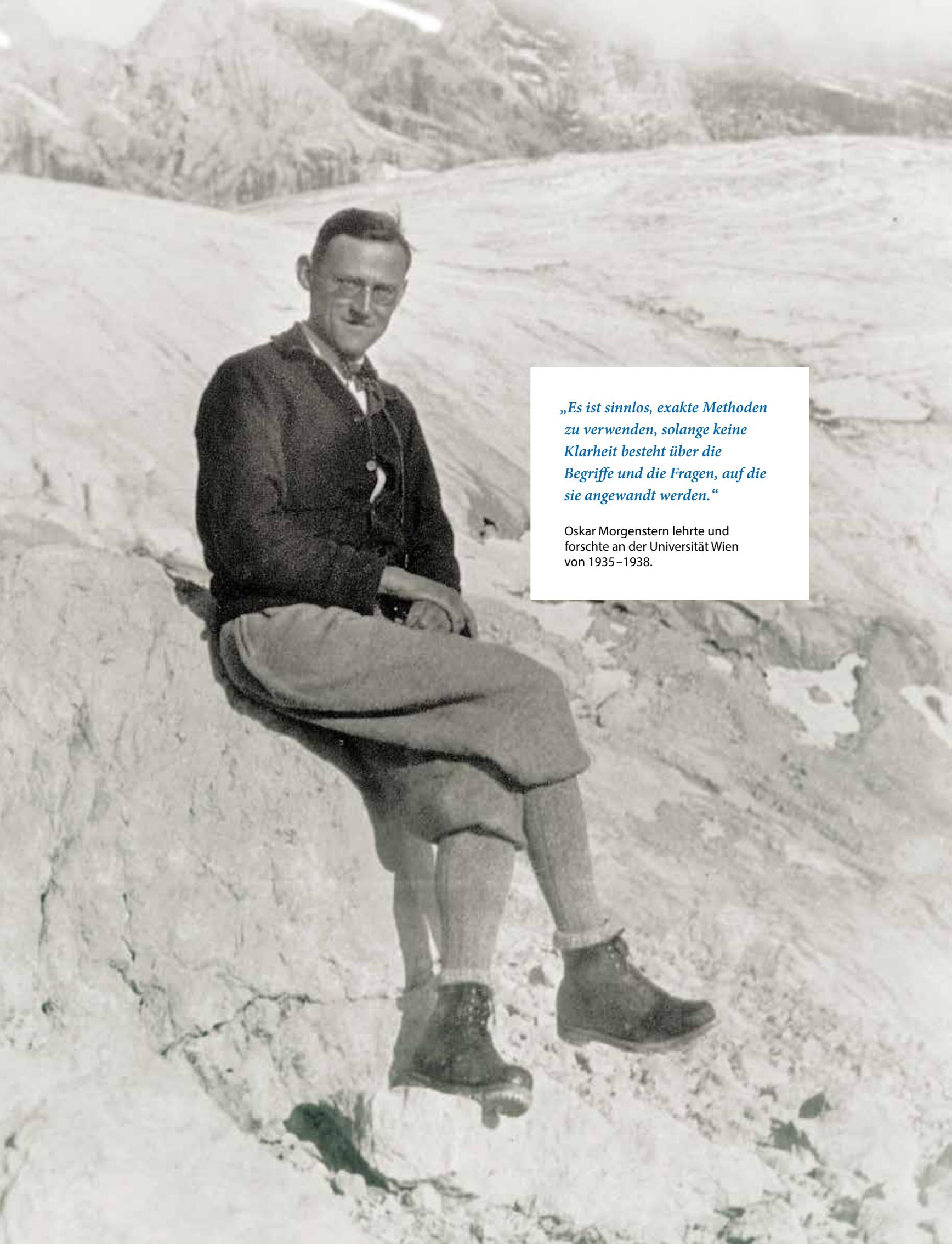
Gary Becker *Human Capital*, erstmals erschienen 1964



Thomas Piketty *Das Kapital im 21. Jahrhundert*. Die französische Erstausgabe von 2013



Rudolf Hilferding (1877–1941), Austromarxist und sozialdemokratischer Politiker, war mehrmals deutscher Finanzminister in der so genannten Weimarer Republik. Er versuchte die Marx-Kritik Böhm-Bawerks zu widerlegen.



*„Es ist sinnlos, exakte Methoden zu verwenden, solange keine Klarheit besteht über die Begriffe und die Fragen, auf die sie angewandt werden.“*

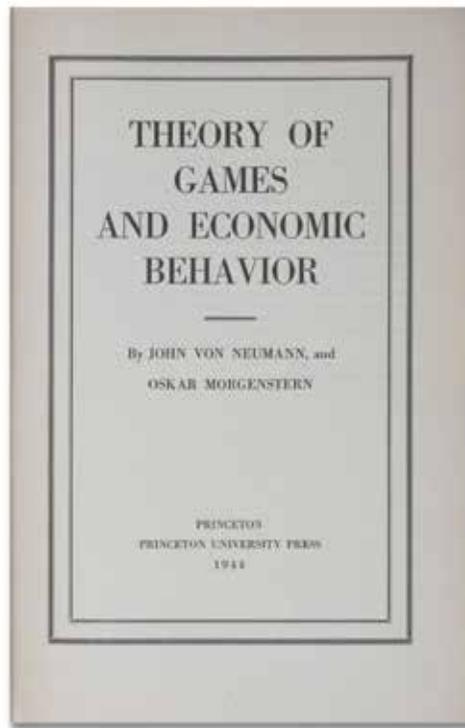
Oskar Morgenstern lehrte und forschte an der Universität Wien von 1935–1938.

# Oskar Morgenstern

ÖKONOM

Oskar Morgenstern (1902–1977) war ein österreichischer Wirtschaftswissenschaftler und gemeinsam mit John von Neumann der Begründer der Spieltheorie. 1938 verließ er Österreich und wirkte fortan an der Princeton University, USA.

Oskar Morgenstern wuchs in Wien auf, wo er bis 1925 an der Universität Wien Nationalökonomie studierte. 1928 habilitierte er sich an der Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien und wurde Privatdozent. In seinem ökonomischen Denken war er stark geprägt durch die österreichische Schule des Liberalismus. 1931 übernahm Morgenstern von Friedrich August von Hayek die Leitung des „Österreichischen Instituts für Konjunkturforschung“. 1935 wurde er außerordentlicher Professor für Nationalökonomie an der Universität Wien. Zu dieser Zeit waren die Wirtschaftswissenschaften noch wenig mathematisiert, Morgenstern plädierte aber für die Einführung exakter quantitativer Methoden in sein Fach. Er stand in engem Kontakt zu Mathematikern wie Karl Menger und Abraham Wald, die ebenfalls starkes Interesse an ökonomischen Fragen, insbesondere an Theorien des ökonomischen Gleichgewichts hatten. Unter dem Einfluss von Menger entwickelte Morgenstern erste Ansätze der Spieltheorie, die er allerdings erst nach seiner Emigration in die USA (1938) in Zusammenarbeit mit dem Mathematiker John von Neumann ausarbeitete. Ihr gemeinsames Werk zur Spieltheorie (1944) begründete eine neue Disziplin. Bis zu seiner Emeritierung lehrte Morgenstern in Princeton.



John von Neumann und Oskar Morgenstern  
*Theory of Games and Economic Behavior*, 1944.  
Das Buch wurde zur Bibel der Spieltheorie.

## 1944

Morgenstern entwickelte die Spieltheorie gemeinsam mit seinem Kollegen John von Neumann in Princeton, einem der führenden Mathematiker seiner Zeit. Die Spieltheorie analysiert mathematisch das **strategische Verhalten zwischen Menschen**, sowie deren Interessenskonflikte. Sie analysiert also Situationen, in denen die Entscheidungen und der Erfolg des Handelns von den Entscheidungen anderer Akteure abhängig sind.

Von Neumann hatte schon 1928 mit seinem Artikel *Zur Theorie der Gesellschaftsspiele* erste Grundlagen der Spieltheorie gelegt. Das Buch von Morgenstern und von Neumann arbeitete die Spieltheorie systematisch aus und wandte sie auf das ökonomische Verhalten an. Die Autoren stellten grundlegende **Axiome des rationalen Verhaltens** auf und führten eine Nutzenfunktion ein, die erlaubt, Entscheidungen zu optimieren, abhängig von der Wahrscheinlichkeit der Situationen. Die Spieltheorie sowie die Nutzenfunktion von Morgenstern und von Neumann fanden unzählige Anwendungen in den Sozialwissenschaften, der Psychologie und der Biologie.

## Die Spieltheorie: Von der Ökonomie zur Biologie

Das strategische Verhalten in Wirtschaft und Gesellschaft wird von der Spieltheorie analysiert. Die Theorie fand zahlreiche Anwendungen in den Sozialwissenschaften und der Biologie. Die Spieltheorie wird in der Analyse politischer und militärischer Konflikte, in der Vorhersage des Verhaltens auf Märkten oder in Theorien der Evolution von Tierpopulationen oder Mikroorganismen verwendet.

Seit den 1950er Jahren wurde die Spieltheorie in der Mathematik durch die kombinatorische und die algorithmische Spieltheorie weiter entwickelt. Die Spieltheorie wurde auf kooperative Spiele mit Bildung von Koalitionen zwischen Spielern ausgedehnt. In der Biologie entstand die **evolutionäre Spieltheorie**, bei der die Auszahlung durch den reproduktiven Erfolg gegeben wird. In letzter Zeit gewann die experimentelle Spieltheorie in der Psychologie und den Wirtschaftswissenschaften immer mehr an Bedeutung.

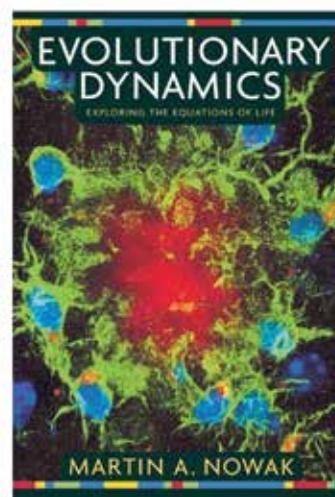
Bis heute haben 11 Wissenschaftler für die Entwicklung der Spieltheorie den Nobelpreis erhalten, so z. B. John Nash, John Harsanyi, Richard Selten (1994), Alvin Roth und Lloyd Shapley (2012) oder Jean Tirole (2014). Der Biologe John Maynard Smith wandte die Spieltheorie in der Biologie an. Er zeigte mithilfe der Spieltheorie, welches Verhalten in einer Population evolutionär stabil ist. Die Spieltheorie findet auch auf das Signalverhalten von Tieren („signalling theory“) Anwendung.

---

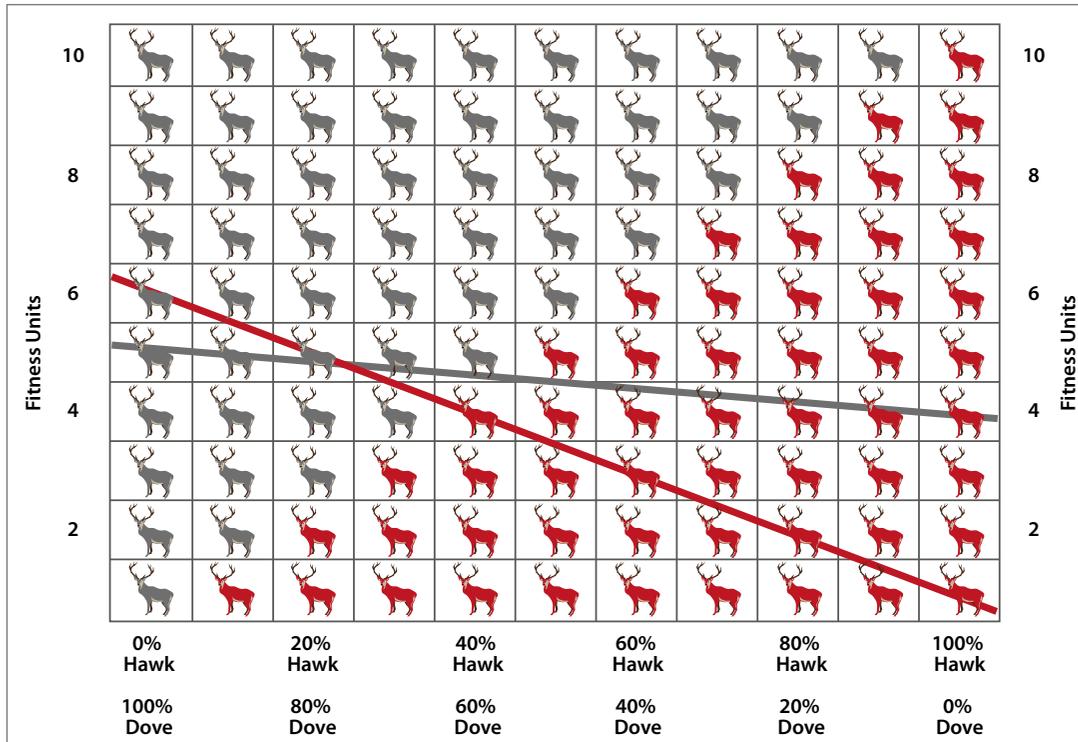
*„Oskar Morgenstern ist, gemeinsam mit John von Neumann, der Begründer der Spieltheorie, also der Mathematik von Interessenkonflikten.“*

Karl Sigmund, Professor für Mathematik  
an der Universität Wien

---



Eine rezente Anwendung der Spieltheorie auf komplexe biologische Prozesse durch den Mathematiker Martin Nowak (Universität Harvard). Nowak absolvierte sein Studium an der Universität Wien.

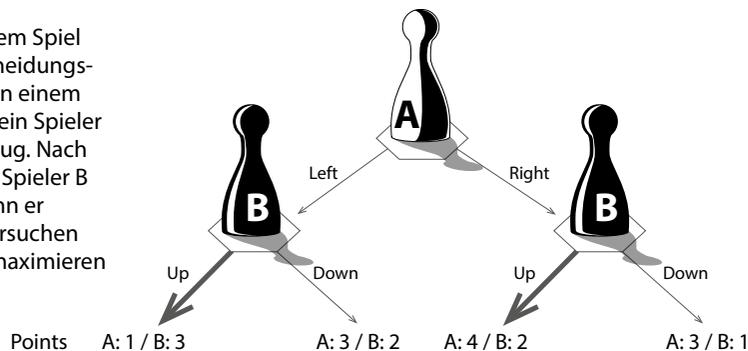


Die Spieltheorie wird auf die Analyse der biologischen Selektion in Tierpopulationen angewandt. Hier geht es etwa um **die Aggressionsbereitschaft in Konflikten innerhalb einer Art**. In einer natürlichen Population einer Art (z. B. Hirsche) gebe es zwei Subtypen, der eine bestehend aus aggressiven, kampfbereiten Individuen, die hier die „Falken“ (rot dargestellt) genannt sind und der andere bestehend aus konfliktscheuen Individuen, die hier als „Tauben“ (grau dargestellt) bezeichnet werden. Der eine Typ („Falken“) ist bereit, den Konflikt bis zum Umfallen zu eskalieren. Der andere Typ („Tauben“) sucht das Weite, wenn der Gegner eskaliert. „Falken“ leiden mehr als „Tauben“, wenn sie auf „Falken“ stoßen. Je nach Häufigkeit ist die eine oder die andere Variante erfolgreicher, es stellt sich im Gleichgewicht ein Gemisch ein (der evolutionstabile Zustand).

Gefangenendilemma		B gesteht		B schweigt	
		B gesteht		B schweigt	
A gesteht	Strafe: 5 Jahre	Strafe: 5 Jahre	Strafe: 0 Jahre	Strafe: 15 Jahre	
A schweigt	Strafe: 15 Jahre	Strafe: 0 Jahre	Strafe: 1 Jahr	Strafe: 1 Jahr	

Ein Paradebeispiel der Spieltheorie: das Gefangenendilemma

Die möglichen Züge in einem Spiel können durch einen Entscheidungsbaum dargestellt werden. In einem sequenziellen Spiel macht ein Spieler nach dem anderen einen Zug. Nach dem Zug von Spieler A hat Spieler B jeweils zwei Optionen. Wenn er rational handelt, wird er versuchen jeweils seinen Gewinn zu maximieren (fette Linie).





*„Wir haben als Wissenschaftler den Boden  
Morienthals betreten. Wir haben ihn  
verlassen mit dem einen Wunsch, dass die  
tragische Chance solchen Experiments  
bald von unserer Zeit genommen werde.“*

Marie Jahoda in ihrem Buch *Die Arbeitslosen von Morienthal*. Sie studierte von 1926–1931 Psychologie an der Universität Wien und leitete eine mit der Universität verbundene Forschungsstelle.

# Marie Jahoda

SOZIALPSYCHOLOGIN

Marie Jahoda (1907–2001) war eine in der Arbeiterbewegung engagierte österreichische Sozialpsychologin. Berühmt wurde sie durch ihre sozialpsychologische Studie über die Langzeitarbeitslosen von Marienthal.

Jahoda studierte ab 1926 Psychologie an der Universität Wien, und schloss 1931 ihr Studium mit einer Dissertation bei dem Psychologen Karl Bühler ab. Im gleichen Jahr begann sie an der „Österreichischen Wirtschaftspsychologischen Forschungsstelle“ zu arbeiten, die mit der Universität Wien assoziiert war. Dort entstand die bahnbrechende Studie Die Arbeitslosen von Marienthal, die zu einem großen Teil von Jahoda verfasst wurde. 1937 wurde Jahoda wegen ihrer Unterstützung der Sozialdemokratie verhaftet. Sie verließ nach ihrer Haftentlassung Österreich und setzte ihre Forschungen zur Sozialpsychologie an Universitäten in England und Amerika fort. 1998 erhielt sie das Ehrendoktorat der Universität Wien.



Marie Jahoda, Paul Lazarsfeld und Hans Zeisel  
*Die Arbeitslosen von Marienthal.*  
*Ein soziographischer Versuch über die Wirkungen langdauernder Arbeitslosigkeit, 1933*

## 1933

# Paul Lazarsfeld

SOZIOLOGE

Paul Lazarsfeld (1901–1976) war ein österreichischer Soziologe. Er gilt als einer der Begründer der modernen empirischen Sozialforschung. Unter dem Druck der politischen Ereignisse in Österreich entschloss er sich 1933 zur Emigration in die USA.

Lazarsfeld hatte in Wien sein Studium der Mathematik und der Physik mit einer Dissertation über Einsteins Relativitätstheorie abgeschlossen. 1926 heiratete er Marie Jahoda. In Kooperation mit Karl Bühler, der an der Universität Wien den Lehrstuhl für Psychologie inne hatte, gründete Lazarsfeld 1931 die „Österreichische Wirtschafts-psychologische Forschungsstelle“. Dort entstanden Pionierarbeiten zum Konsumverhalten, zur Wirkung von Massenmedien (Radio) und zur Arbeitslosigkeit. Mit einem Stipendium ging Lazarsfeld 1933 in die USA, wo er sich schnell als Soziologe etablieren konnte und zu einem Pionier der quantitativen Sozialforschung wurde.

Die Weltwirtschaftskrise von 1929 hatte auch in Österreich eine massive Arbeitslosigkeit ausgelöst. Die „**Österreichische Wirtschaftspsychologische Forschungsstelle**“, an der Marie Jahoda und Paul Lazarsfeld arbeiteten, begann 1932 eine sozialpsychologische Studie über die Auswirkungen der Arbeitslosigkeit auf das Verhalten der Bevölkerung eines kleinen Industrieorts im Süden Wiens. In Marienthal bei Gramatneusiedl wurde durch die Schließung einer Textilfabrik ein großer Teil der Bevölkerung erwerbslos.

Durch umfangreiche Befragungen, die genaue Erhebung statistischer Daten und eine Photodokumentation wurde die lähmende psychologische Wirkung der Erwerbslosigkeit analysiert. Die Arbeitslosen werden apathisch, sie gehen langsamer durch den Ort und werden auch in ihrer Freizeitgestaltung untätiger. Es entsteht eine „**müde Gemeinschaft**“. Die erfassten Daten wurden von einem Team von Soziologen und Psychologen analysiert und diskutiert. Das Ergebnis wurde schließlich von Marie Jahoda in ihrer Studie zusammengefasst. Das Buch wurde zu einem Klassiker der Soziologie.

## Arbeitslose und Opinion Leader

Jahoda und Lazarsfeld waren Pioniere der Soziologie. Sie verbanden ihre soziologische Forschung mit Mathematik und Psychologie. Beide Forscher führten neue Methoden in die Soziologie ein und prägten die Sozialpsychologie, die politische Soziologie und die Soziologie der Massenmedien.

Jahoda und Lazarsfeld entwickelten schon in Wien neue Methoden der Datenerhebung durch Befragungen. Lazarsfeld gab wesentliche Impulse für die Entwicklung **mathematisch-statistischer Modelle zur Analyse sozialen Verhaltens**. Diese innovativen Ansätze in der Sozialforschung konnten aber erst in der Emigration eine breite Wirkung ausüben. Jahoda arbeitete in Amerika, gemeinsam mit Max Horkheimer, an einer der berühmtesten sozialpsychologischen Studien über den **„autoritären Charakter“**. Darin wurden durch umfangreiche Interviews die psychologischen Voraussetzungen der Xenophobie, des Antisemitismus und der Akzeptanz autoritärer sozialer Verhältnisse untersucht.

Lazarsfeld wurde ein Pionier der **Wahlsoziologie** und der **Soziologie von Massenmedien**. In seinem Buch *The People's Choice*

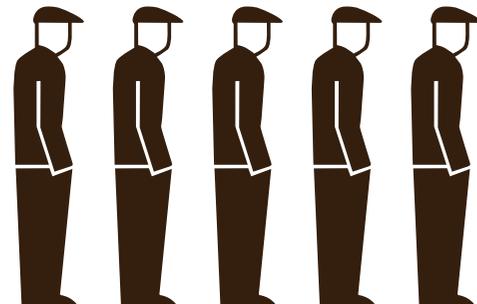
(1944) untersuchte er die Prozesse der Meinungsbildung im amerikanischen Wahlkampf von 1940. Lazarsfeld hatte schon in Wien die soziale Wirkung des Radios untersucht und wurde in Amerika zu einem der wichtigsten Forscher über Massenmedien. In seinem Buch *Personal Influence* (1955) zeigte er, dass die Medien die Meinungsbildung der Bevölkerung oft nicht direkt beeinflussen, sondern das Denken der Menschen über den direkten sozialen Kontakt zu sogenannten lokalen „opinion leaders“ prägen. Die Kommunikation der Massenmedien funktioniert über 2 Stufen: von den Medien zum **„opinion leader“** und von diesem zu den einfachen Bürgern („two step flow of communication“). Lazarsfelds Modell der Kommunikation fand große Verbreitung. Der Begriff „opinion leader“ wurde zum Allgemeingut.

---

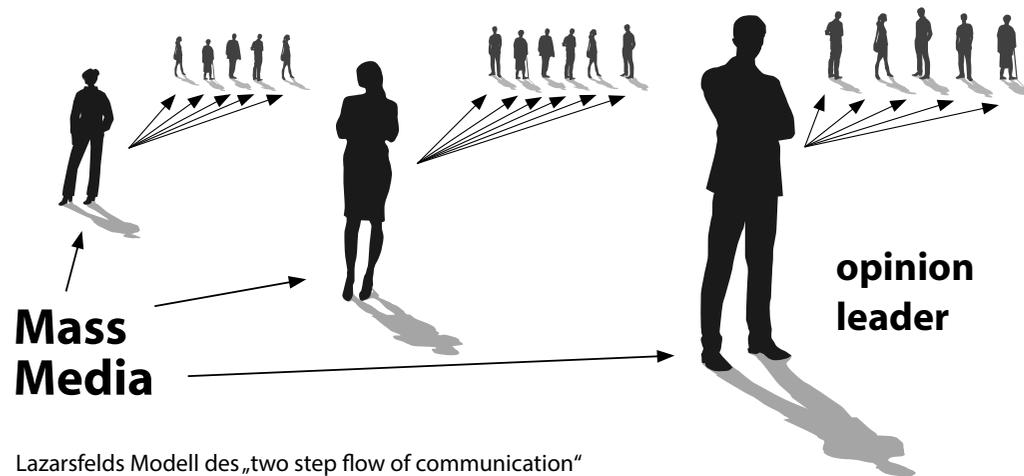
*„Es war ein großes Glück, dass Jahoda und Lazarsfeld der Vernichtungsmaschinerie der Naziverbrecher nicht zum Opfer fielen, und es ist ein Segen, dass sie dadurch die Möglichkeit bekamen, die Sozialforschung entscheidend mit zu prägen.“*

Anton Amann, Professor für  
Soziologie an der Universität Wien

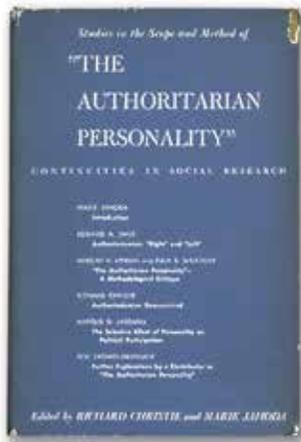
---



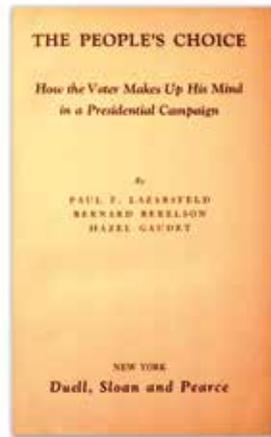
Bildstatistische Symbole für eine Arbeitslosenstatistik aus Otto Neuraths „Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum in Wien“ an dem Marie Jahoda zeitweise arbeitete.



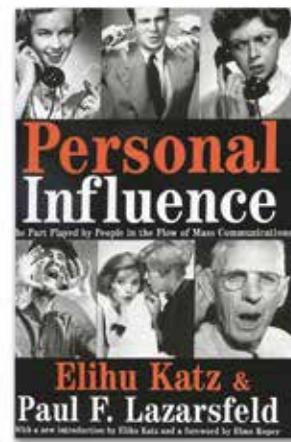
Lazarsfelds Modell des „two step flow of communication“



Richard Christie, Marie Jahoda  
*The Authoritarian Personality*,  
2. Band, 1954



Paul F. Lazarsfeld, Bernard Berelson, Hazel Gaudet  
*The People's Choice*, 1944



Elihu Katz, Paul F. Lazarsfeld  
*Personal Influence*, 1955



Arbeitslose in Marienthal,  
Photo Hans Zeisel, 1932



Das Museum Marienthal in Gramatneusiedl dokumentiert die Entstehung der Studie von Jahoda und Lazarsfeld.

## TERMINE UND ORTE DER AUSSTELLUNG

**10. März bis 23. April 2016:**

Aula im Hauptgebäude, Universitätsring 1, 1010 Wien

**26. April bis 27. Mai 2016:**

Foyer im Juridicum, 1010 Wien, Schottenbastei 10-16

**31. Mai bis 1. Juli 2016:**

Hörsaalzentrum am Campus, 1090 Wien, Spitalgasse 2, Hof 2.6

**3. Okt. bis 27. Okt. 2016:**

Foyer im Neuen Institutsgebäude, 1090 Wien, Liebiggasse 5

**31. Okt. bis 24. Nov. 2016:**

Lounge im Fakultätsgebäude Informatik und Publizistik,  
1090 Wien, Währingerstraße 29

**28. Nov. bis 23. Dez. 2016:**

Foyer im Erdgeschoss des Fakultätsgebäudes Mathematik und  
Wirtschaftswissenschaften, 1090 Wien, Oskar-Morgenstern-Platz 1

2017 wird die Ausstellung auch an Orten  
außerhalb der Universität Wien gezeigt.

## DIE AUSSTELLUNG – VERNISSAGE, HOHER BESUCH UND PROJEKTTEAM



Vernissage (v.l.n.r.):  
Rektor Heinz W. Engl eröffnete am 9. März 2016 die Ausstellung.  
Wissenschaftsreferent der Stadt Wien Hubert Christian Ehalt im Gespräch mit dem Wissenschaftsphilosophen Friedrich Stadler.  
Falk Pastner, Leiter der DLE Veranstaltungsmanagement, half bei der Umsetzung.



Kurator Dieter Schweizer bei einer Führung, hier mit Klaus Taschwer.  
NHM-Generaldirektor Christian Köberl war einer der Fachgutachter der Ausstellung.  
Bioinformatiker David Kreil beim Studium der Tafeln.



Hoher Besuch am Dies Academicus vom 11. März 2016:  
Bundespräsident Heinz Fischer wird von Rektor Heinz W. Engl durch die Ausstellung geführt, begleitet von Universitätsrätin Marlis Dürkop-Leptihn.



Das Projektteam (v.l.n.r.):  
Christoph Limbeck-Lilienau, Bea Laufersweiler, Katharina Hötzenecker, Dieter Schweizer.

# IMPRESSUM

## Herausgeberin

Universität Wien  
Universitätsring 1  
1010 Wien  
www.univie.ac.at

## Konzept

Dieter Schweizer

## Wissenschaftliche Mitarbeit: Recherche und Textgestaltung

Katharina Hötzenecker  
Christoph Limbeck-Lilienau

## Grafik

Bea Laufersweiler

## Wissenschaftliche Beratung durch die AG Wirkungsanalyse von Grundlagenforschung

Manfred Burgstaller  
Egbert Dierker  
Günter Haring  
Susanne Heine  
Franz Römer  
Peter Schuster  
Dieter Schweizer (Vorsitz)  
Herwig Wolfram  
Anton Zeilinger  
Paul Zulehner

## Fachgutachter der Ausstellung

Anton Amann  
Markus Arndt  
Manuela Baccarini  
Christoph Dellago  
Christian Köberl  
Franz-Stefan Meissel  
Karl Milford  
Thomas Posch  
Renée Schroeder  
Karl Sigmund

## Danksagung

Ausstellung und Begleitheft wurden ermöglicht durch Förderungsbeiträge der Kulturabteilung der Stadt Wien (MA 7) und des Wiener Wissenschafts-, Forschungs- und Technologiefonds (WWTF) sowie durch private Zuwendungen von Univ.-Prof. Dr. Helene Matras und Univ.-Prof. Dr. Gustav Ammerer.

## Bild- und Textquellen

Arbeitsgruppe Physik Nanostrukturierter Materialien (Fakultät für Physik, Universität Wien)  
Archiv der Universität Wien  
Archiv für die Geschichte der Soziologie in Österreich (Universität Graz)  
Belknap Press  
Cell, Environment Canada  
Google Inc.  
Glasplattensammlung des Österreichischen Volkshochschularchivs  
Institut für Quantenoptik und Quanteninformation der Österreichischen Akademie der Wissenschaften  
Robert Harson  
Joseph Krpelan  
Bea Laufersweiler  
Marienthal Museum  
Mendel Museum (Brünn)  
Nachlass Kurt Gödel (Princeton University)  
Nachlass Morgenstern (Duke University)  
Nature  
Science  
NDR  
PalDat (www.paldat.org)  
Waltraud Niel (ÖAW)  
H. Halbritter  
Franz Pfluegl  
Scientific American  
Seuil  
Springer Verlag  
Universitätsmuseum Graz  
University of Chicago Press  
Universitätsbibliothek Wien  
wien.gv.at  
Wiley-Blackwell  
Wikipedia (Wikimedia Commons)



Copyright © Oktober 2016, Universität Wien



ClimatePartner  
klimaneutral



Marie Perle  
1915-2020



Marie Jahoda  
Sozialpsychologin



*Der Arkadenhof des Hauptgebäudes der Universität Wien ist der wichtigste Raum des von Heinrich von Ferstel geplanten Monumentalbaus am Ring. Als zentraler Innenhof, auf drei Seiten von eingeschossigen Arkaturen umgeben, hat er mehrere Funktionen. Er dient als Knotenpunkt der Erschließungswege des Hauses, als Treffpunkt, Veranstaltungsort, Arbeitsplatz und Erholungsbereich. Vor allem aber ist er seit je eine Stätte des Andenkens an bedeutende Wissenschaftler. Seit der Aufstellung des ersten Denkmals für Julius Glaser im Jahr 1888 wurden hier 152 weitere Gelehrten Denkmäler errichtet. Dass im Arkadenhof der Universität Wien bis zum Juni 2016 keine einzige Frau für*

*ihre wissenschaftlichen Leistungen geehrt wurde, ist aus heutiger Sicht unfassbar. 2015, aus Anlass des 650-jährigen Gründungsjubiläums, wurde das Projekt der individuellen Ehrung bedeutender Wissenschaftlerinnen der Universität Wien gestartet und ein Kunstwettbewerb ausgerufen. Die Präsentation der sieben ersten neuen Denkmäler fand am 30. Juni 2016 statt.*

*Die Abbildung zeigt links das von Catrin Bolt geschaffene Ehrenmal für Marie Jahoda, ein in die Wandschichten einer Arkadensäule eingearbeitetes künstlerisch transformiertes fotografisches Porträt der 1937 in die Emigration vertriebenen Wiener Sozialpsychologin.*

„Die lohnendsten Forschungen  
sind diejenigen, welche,  
indem sie den Denker erfreu´n,  
zugleich der Menschheit nützen.“

*Christian Doppler*