

8.

Die kaiserliche Akademie der Wissenschaften als Geburtshelfer der modernen Physik in Österreich und Europa

8.1
Physiker haben an der
Gründung und Ausgestal-
tung der Akademie entschei-
denden Anteil

8.2
Das Fach Physik wird an
der Universität Wien institu-
tionalisiert

8.3
Die erste Generation der
Universitätsphysiker
gestaltet die Akademie als
Diskussions- und Publika-
tionsforum

8.4
Doppler, Petzval, Mach –
produktive Kontroversen

8.5
Die zweite Generation der
Physiker verharnt im Wech-
selspiel zwischen Universität
und Akademie in Wien

8.6
Exner und sein Kreis. Akade-
mie und Universität als insti-
tutionelle und personelle
Zwitter

8.7
Radioaktivität. Die neue
Physik als Herausforderung
für die Wiener Akademie

8.8
Das Institut für Radium-
forschung wird eröffnet

8.9
Resümee

Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts war geprägt von einem erstaunlich rasanten Aufschwung der naturwissenschaftlichen Forschung und Lehre in Österreich, insbesondere und vor allem im Fach Physik. Treibende Kräfte waren die kaiserliche Akademie der Wissenschaften und die Universität Wien, Letztere als Lehr- und Forschungsstätte, Erstere als fächerübergreifendes Diskussions- und Publikationsforum. Die Verknüpfung von Lehre und Forschung bildeten Eckpfeiler der Thun-Hohenstein'schen Unterrichts- und Universitätsreform,¹ in deren Rahmen 1850 in Wien das erste Universitätsinstitut für Physik errichtet wurde. Als Akademiemitglieder setzten Wiener Hochschullehrer der Physik wichtige institutionelle Akzente. In besonderem Maß nutzten sie die Akademie der Wissenschaften aber für die internationale Sichtbarmachung ihrer Forschung. Das Ziel dieses Kapitels ist es, einen Überblick zu geben über den bislang noch nicht systematisch untersuchten Anteil der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften an der Entwicklung der physikalischen Forschung in Österreich und ihrer internationalen Strahlkraft von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zur Zeit vor dem Ersten Weltkrieg.

8.1 Physiker haben an der Gründung und Ausgestaltung der Akademie entscheidenden Anteil

Unter den zwölf Proponenten, die 1837 den Kaiser zur Errichtung einer Akademie zu bewegen versuchten, befanden sich drei Physiker: Andreas Baumgartner, Andreas Ettingshausen und Johann Joseph Prechtel. Das Gesuch verlor sich im kaiserlichen Behördenlabyrinth und wurde von Metternich nicht weiterverfolgt.² 1847 befanden sich die drei genannten Physiker auch unter den von Ferdinand I. ernannten Gründungsmitgliedern der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. In den ersten Jahrzehnten bestimmten Andreas Baumgartner (1847 wM), Sohn eines Gastwirts und Bäckers aus dem böhmischen Friedberg/Frymburk (Tschechische Republik), und sein Schwager Andreas Ettingshausen (1847 wM) schließlich die Tätigkeit der Akademie.

Baumgartner war von 1847 bis 1851 Vizepräsident der Akademie und von 1851 bis 1865 ihr Präsident. Er hatte als Universitätsprofessor die Lehrinhalte und -methoden an der Universität Wien modernisiert und für seine Vorlesung von ihm selbst verfasste Lehrbücher, die auch die Newton'sche Mechanik und Optik beinhalteten, verwendet. Als Akademiepräsident leitete Baumgartner u. a. die Gründung der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus (1851), dem - neben der 1843 in St. Petersburg gegrün-

1 Vgl. AICHNER/MAZOHL, Die Thun-Hohenstein'schen Universitätsreformen, 2017.

2 Siehe Kapitel 2, 54-67.

deten Zentralanstalt für Wetterforschung – ältesten staatlichen Wetterdienst, in die Wege und verlieh Österreich in zwei physikalischen Disziplinen (Meteorologie und Erdmagnetismus) internationale Sichtbarkeit.³

Andreas Ettingshausen war der erste Generalsekretär der Akademie (1847 bis 1850).⁴ 1852 wurde er in der Nachfolge von Christian Doppler zum Direktor des Physikalischen Instituts der Universität berufen. Er machte sich um die von Doppler eingeleitete praktische Ausbildung an der Universität Wien verdient, erweiterte die Instrumentensammlung der Universität für Zwecke des demonstrativen Unterrichts und wurde für den Bau einer der ersten elektromagnetischen Maschinen zur Stromerzeugung bekannt.⁵

8.2 Das Fach Physik wird an der Universität Wien institutionalisiert

In seinem Vortrag vom 1. Dezember 1849 schlug Unterrichtsminister Leo Thun-Hohenstein Kaiser Franz Joseph I. die Errichtung eines physikalischen Universitätsinstituts in Wien vor. Wie Thun-Hohenstein betonte, war „bei den riesigen Fortschritten, welche die Naturwissenschaften überhaupt und insbesondere die Physik in den letzten Decen[n]ien gemacht haben, [...] die Einrichtung [die bisherige Lehre der Physik] durchaus ungenügend geworden“. Thun verlangte von der Universität zweierlei, nämlich die „Anleitung zu selbstständigen Forschungen“ der Lehramtskandidaten und die Verpflichtung des Leiters des neuen Instituts zum „experimentellen Forschen [...] für die Förderung der Physik selbst, als Wissenschaft [...]“.⁶ Das neue physikalische Institut der Universität Wien wurde 1850 eröffnet. Der politische Wille – die enge Verzahnung von Forschung und Lehre an der Universität mit dem Hauptzweck der wissenschaftlichen Ausbildung von Gymnasiallehrern in diesem Fach⁷ – fand Eingang in das von wM Christian Doppler, dem ersten Direktor, entworfene Statut.

Zwischen dem physikalischen Institut und der Akademie bestand von Anfang an eine enge personelle und funktionale Verbindung. Alle Physikprofessoren der Universität Wien waren vor 1914 auch Mitglieder der Akademie – entweder waren sie, wie Baumgartner und Ettingshausen, Grün-

3 Siehe Kapitel 4, 188.

4 Ettingshausen wurde von seinem Schwiegersohn, dem Chemiker Anton Schrötter, als Generalsekretär der Akademie abgelöst; dieser hatte das Amt bis 1875 inne; siehe Kapitel 3, 98.

5 Vgl. ETTINGSHAUSEN, Uiber die Einrichtung und den Gebrauch der magneto-elektrischen Maschine, 1837.

6 ÖStA-AVA, Physikalisches Institut, Ministerium des Cultus und Unterrichtes, 4 A, 514/1850.

7 Die Ausbildung umfasste drei Semester Übungen in experimenteller Physik inklusive praktischer Chemie. Der Experimentalunterricht bereitete Lehramtskandidaten der Physik auf Schulexperimente vor. In den Jahren 1852 und 1854 studierten 40 Zöglinge am Physikalischen Institut der Universität Wien; vgl. REITER, Aufbruch und Zerstörung, 2017, 26.

dungsmitglieder, oder sie wurden zu wM oder kM I gewählt: August Kunzek (1847 Prof., 1848 kM I), Christian Doppler (1848 wM, 1850 o. Prof.), Josef Stefan (1860 kM I, 1863 o. Prof., 1865 wM), Viktor von Lang (1865 o. Prof., 1866 kM I, 1867 wM), Josef Loschmidt (1867 kM I, 1870 wM, 1872 o. Prof.), Ernst Mach (1867 kM I, 1880 wM, 1895 o. Prof.), Ludwig Boltzmann (1874 kM I, 1885 wM, 1894 o. Prof.), Franz Serafin Exner (1885 kM I, 1891 o. Prof., 1896 wM), Ernst Lecher (1901 kM I, 1909 o. Prof., 1914 wM) und Friedrich Hasenöhl (1907 o. Prof., 1910 kM I).

Manche Physiker, wie Boltzmann, waren zum Zeitpunkt ihrer Wahl zum Akademiemitglied schon Ordinarii für andere Fächer oder, wie Mach und Lecher, an anderen Universitäten der Monarchie, deren Physiker bei Verfügbarkeit freier Stellen vereinzelt in die Akademie gewählt wurden. Zwischen der Universität Wien und der Akademie herrschte eine Aufgabenteilung: An der Universität wurde geforscht und gelehrt, an der Akademie fächerübergreifend diskutiert und publiziert.

8.3 Die erste Generation der Universitätsphysiker gestaltet die Akademie als Diskussions- und Publikationsforum

Andreas Baumgartner und Andreas Ettingshausen hatten durch die Gründung der *Zeitschrift für Physik und Mathematik*, die von 1826 bis 1840 unter wechselnder Herausgeberschaft bestand, die Physik und die Mathematik als Disziplinen abgegrenzt und mit diesem Periodikum ein Modell für die Publikationsorgane der math.-nat. Klasse der Akademie vorgelegt. Die *Sitzungsberichte* (ab 1848)⁸ und die *Denkschriften* (ab 1850)⁹ der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften steigerten dank ihres regen Schriftentauschs mit ausländischen Akademien und Forschungsstätten die internationale Sichtbarkeit der Forschungserfolge der Akademiemitglieder an ihren Hochschulen. Die Akademie stellte auch für jene Mitglieder ein Publikationsforum dar, die, wie Mach und Boltzmann, zu der Zeit ihrer höchsten Schaffenskraft nicht in Wien, sondern in Graz (Boltzmann) und Prag (Mach) wirkten. Ernst Mach publizierte die meisten Ergebnisse seiner experimentellen Arbeiten, Ludwig Boltzmann viele seiner experimentellen und theoretischen Forschungsergebnisse in den *Sitzungsberichten* und im *Anzeiger der math.-nat. Klasse der Akademie der Wissenschaften*.¹⁰ Die Akademie war aber nicht nur das wichtigste Publikations-, sondern auch ein fächerübergreifendes Kommunikationsforum jener in Wien tätigen Forscher, die

8 Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, Bd. 1, Wien 1848; siehe Kapitel 3, 106-108.

9 Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, Bd. 1, Wien 1850; siehe Kapitel 3, 106-108.

10 Vgl. REITER, Mach, Boltzmann und die kaiserliche Akademie, 2019, 154.



88. Christian Doppler, Mathematiker und Physiker, 1848 wM



89. Josef Petzval, Mathematiker und Physiker, 1849 wM

in die Akademie gewählt worden waren. Oft verlief die Debatte produktiv, aber nicht immer friktionsfrei, wie die Kontroverse zwischen Doppler, Petzval und Mach zeigt.

8.4 Doppler, Petzval, Mach – produktive Kontroversen

In frühen Tagen der Akademie gerieten zwei wirkliche Mitglieder – der Physiker Christian Doppler (1803–1853, Abb. 88) und der Mathematiker Joseph Petzval (1807–1891, Abb. 89) – in Streit: Doppler, k. k. Bergrath und Professor der Mathematik, Physik und Mechanik an der k. k. Berg-Akademie zu Schemnitz/Baňská Štiavnica (Slowakische Republik), war im Jänner 1848 zum wirklichen Mitglied gewählt und zwei Jahre später zum ordentlichen Professor der Experimentalphysik der Universität Wien und zum Direktor des neu errichteten physikalischen Instituts ernannt worden.¹¹ Der Streit drehte sich um den nach Doppler benannten Effekt, für den er bekannt wurde: Die Tonlage des Pfiffs einer Lokomotive, die sich an uns vorbeibewegt, verändert sich – wenn sie sich auf uns zubewegt, erscheint die Tonlage höher, wenn sie sich entfernt, plötzlich tiefer. Einen analogen Effekt stellte Doppler auch für das Licht fest. Eine Lichtquelle, die sich von uns wegbewegt, erscheint röter als eine ruhende.

Josef Petzval, 1807 im oberungarischen Zipser Bela/Szepesbela (Slowakische Republik) geboren, war der führende Mathematiker der Universität

¹¹ Zu Dopplers Schülern zählte u. a. Johann Gregor Mendel (1822–1884), der vom Wintersemester 1851/52 bis zum Sommersemester 1852 Dopplers zehnstündigen Experimentalphysikkurs „Demonstrative Physik“ belegte.

Wien, einer der Begründer der geometrischen Optik und seit 1849 wirkliches Mitglied der Akademie. Petzval führte ein zurückgezogenes Leben in seiner Studierstube auf dem Wiener Kahlenberg, wo er – wie es in seinem Nachruf 1892 heißt – „seine mathematischen Arbeiten mit einem bestimmten Maasse von Holzhacken abzulösen gewohnt war“. ¹² Die Akademie verehrte Petzval ¹³ als „den Mann, der den Lichtstrahl gebunden und der in jedem photographischen Bildnisse ein Ergebnis seiner Rechnungen sehen durfte“. ¹⁴

Die letzten beiden Lebensjahre Dopplers – er starb 1853 knapp 50-jährig während eines Genesungsurlaubs in Venedig – waren von der bereits erwähnten heftigen Auseinandersetzung mit Petzval überschattet. Zu Beginn des Jahres 1852 erhielt der Streit über den Doppler-Effekt eine zunehmend persönlich gefärbte Dimension, die kurz vor der krankheitsbedingten Abreise Dopplers nach Italien in eine direkte Konfrontation während einer Sitzung der kaiserlichen Akademie mündete – mit desaströsem Ausgang für Doppler. Der Mathematiker Petzval stellte Dopplers Prinzip aufgrund „gewisse[r] populäre[r] Anschauungsweisen“ im Kreis der Kollegenschaft auf die Probe, und Doppler musste von Ettingshausen verteidigt werden. ¹⁵ Angesichts des recht robusten Selbstwertgefühls Petzvals und seiner Neigung zu Konflikten werden die Gründe für die Auseinandersetzung nicht ausschließlich auf der wissenschaftlichen Ebene zu suchen sein. Ob bzw. inwieweit Dopplers Berücksichtigung der (sinnlichen) Erfahrung und der Rolle des Beobachters den Widerwillen Petzvals erregt hatten, bleibt Spekulation; ebenso wenig belegbar ist, ob bzw. inwieweit sich politische Positionierungen der Mitglieder der math.-nat. Klasse im Rahmen der 1848er-Revolution polarisierend auswirkten. Dessen ungeachtet zeigt die Kontroverse, dass die Aka-

12 Bericht des General-Secretärs (Nachruf auf Joseph Petzval von Eduard Suess), in: Alm. 42 (1892), 183. Außerdem war Petzval stolz darauf, einer der besten Säbelfechter der Stadt zu sein.

13 Petzval hatte 1840 eine Linsenkonstruktion berechnet, die zur Produktion von neuartigen, sehr lichtstarken Linsen für Porträtobjektive führte, die erstmals die Anfertigung scharfer Bilder von sich bewegenden Motiven zuließen und der Fotografie neue Wege eröffneten. Er errechnete auch eine Linsenform für Landschaftsaufnahmen, die er Orthoskop nannte; die Beschreibung dieser Linsenform veröffentlichte er 1857 in den *Sitzungsberichten* der Akademie. Die von dem Wiener Optiker Peter Wilhelm Friedrich von Voigtländer (1812–1878) nach Petzvals Berechnungen produzierten Porträtlinsen besaßen eine 16-fach verbesserte Lichtstärke und verkürzten damit die Belichtungszeit der Fotoplatten um mehr als zehn Minuten; vgl. REITER, Aufbruch und Zerstörung, 2017, 53.

14 Bericht des General-Secretärs (Nachruf auf Joseph Petzval von Eduard Suess), in: Alm. 42 (1892), 184.

15 Vortrag Petzvals in der Sitzung der math.-nat. Klasse der kaiserlichen Akademie vom 21. Mai 1852 „über die Unzuköm[m]lichkeiten gewisser populären [sic] Anschauungsweisen in der Undulationstheorie und ihre Unfähigkeit das von ihm [Petzval] aufgestellte Princip der Erhaltung der Schwingungsdauer zu ersetzen“; PETZVAL, Über ein allgemeines Prinzip, 1852; ders., Über die Unzukömmlichkeiten populärer Anschauungsweisen, 1852. Doppler replizierte in dieser Sitzung mit der Note „Bemerkungen zu dem Aufsätze: Über ein allgemeines Prinzip der Undulationslehre“, 1852, 590; vgl. GRÖSSING/KADLETZ, Christian Doppler, 48f.; 120.

demie ein Forum für die Austragung mehr oder weniger hitziger wissenschaftlicher Gefechte bot, das vom ersten Tag an weidlich genutzt wurde.

Die Doppler-Petzval-Kontroverse bietet die Gelegenheit, das Augenmerk auf das neben Ludwig Boltzmann in dem hier behandelten Zeitraum wohl bedeutendste Mitglied der Wiener Akademie unter den Naturwissenschaftlern und seine physikalische Argumentation zu richten: Ernst Mach (1838–1916, Abb. 90).

Als Absolvent des physikalischen Instituts der Universität Wien versuchte der Ettingshausen-Schüler Mach auf dessen Anregung, den Doppler-Effekt experimentell zu beweisen. Dazu konstruierte er einen Apparat, der auf akustischem Wege unter Zuhilfenahme einer auf einem rotierenden Rohr befestigten Pfeife die Veränderung der Tonhöhe, also jenes charakteristische Auf- und Abschwellen des Tons, hörbar machte. Mit dieser Konstruktion gelang Mach der experimentelle Nachweis des Doppler-Effekts; daneben verifizierte er auch Petzvals Prinzip der Erhaltung der Schwingungsdauer. Als Mach seine Ergebnisse 1860 in den *Sitzungsberichten* der Akademie publizierte,¹⁶ flammte die durch den Tod Dopplers beendete Kontroverse erneut auf: Petzval nahm Machs Arbeit zum Anlass, in der Sitzung der math.-nat. Klasse vom 5. Juli 1860, in der Ernst Mach seine Ergebnisse präsentierte, seine Kritik an Dopplers Prinzip zu erneuern und dem von Mach gelieferten experimentellen Nachweis jegliche Beweiskraft abzusprechen. Dessen ungeachtet bleibt zu fragen, inwieweit in der experimentellen Auseinandersetzung mit dem akustischen Doppler-Effekt eine der Wurzeln von Machs Empirioskritizismus liegt. Mach räumt in seiner *Analyse der Empfindungen* Letzteren, d. h. den Licht- und Schallempfindungen, die „vom Auge oder Ohr irgend eines Beobachters aufgenommen und empfunden werden“, Priorität ein: Somit machte Mach den subjektiven Beobachter zum Träger der „Farbe und Intensität einer Lichtempfindung oder Tonhöhe und Stärke irgend eines Schalles“.¹⁷



90. Ernst Mach,
Sekretär der
math.-nat. Klasse
1897–1898

16 MACH, Über die Änderung des Tones und der Farbe, 1860.

17 MACH, Die Analyse der Empfindungen, 2008.

8.5 Die zweite Generation der Physiker verharret im Wechselspiel zwischen Universität und Akademie in Wien

Die Karriereverläufe der Physiker zeigen exemplarisch, wie sehr das Wiener Wissenschaftssystem in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts auf sich selbst bezogen blieb. Die Reichshaupt- und Residenzstadt stellte den zentralen Schauplatz wissenschaftlicher Auseinandersetzungen in der späten Habsburgermonarchie dar. Wien war vielfach auch der Endpunkt des Berufungskarussells für ordentliche Professuren.¹⁸ Die Universitätslaufbahnen der ersten und der zweiten Generation von Physikern begannen in den Universitätsstädten der Provinz (z. B. im Fall Dopplers in Prag, im Fall Ettingshausens in Innsbruck) und endeten an der Universität Wien (gelegentlich mit Zwischenstationen wie der Ingenieurakademie oder dem Polytechnischen Institut, wie bei Doppler und Ettingshausen). Weder Berufungen von außen noch Studienaufenthalte im Ausland störten das Gesamtbild einer von Binnenmobilität geprägten österreichischen Physik. Ludwig Boltzmann wirkte, wie bereits erwähnt, in der Zeit seiner höchsten Schaffenskraft in Graz, Ernst Mach in Prag; auch sie beide wurden später an die Universität Wien berufen. Mit der Ausnahme Petzvals, der als Ungarn-Deutscher in Pest studierte und unterrichtete und 1837 auf einen Lehrstuhl für Mathematik an der Wiener Universität berufen wurde – er war zugleich Mitglied der Ungarischen und der Wiener Akademie der Wissenschaften –, wurden die Universitätslehrer an der Universität Wien ausschließlich aus ihren ehemaligen Absolventen rekrutiert. Doppler, der ab 1822 am Wiener Polytechnischen Institut studiert hatte, war eine weitere Ausnahme. So bewahrte die Physik in Wien – pointiert formuliert – ihren zutiefst provinziellen Charakter bis weit in das letzte Viertel des 19. Jahrhunderts. Die Zeit von 1850 bis 1875 zählte zugleich zu den fruchtbarsten Perioden der modernen Physik in Österreich, die sich allerdings aufgrund der räumlich und apparativ unzulänglichen Ausstattung der Institute in überwiegendem Ausmaß dem theoretischen Zweig des Fachs zuwandte.

Zur zweiten Generation der Wiener Physiker zählten die noch in der Zeit des Vormärz geborenen Josef Stefan (geb. 1835), Josef Loschmidt (geb. 1821), Viktor von Lang (geb. 1838), Ernst Mach (geb. 1838) und Ludwig Boltzmann (geb. 1844). Jeder von ihnen war der Akademie, wie bereits erwähnt, auf vielfältige Weise eng verbunden. Stefan wurde Sekretär der math.-nat. Klasse (1875–1884) und schließlich Vizepräsident (1885–1893). Mach wurde Sekretär der math.-nat. Klasse (1897–1898), Lang Vizepräsident der Akademie (1911–1915) und sogar Akademiepräsident (1915–1919).

Josef Stefan (1835–1893, Abb. 91), Klagenfurter slowenischer Herkunft und aus ärmlichen Verhältnissen stammend – „seine Eltern waren brave,

¹⁸ Vgl. SURMAN, *Universities in Imperial Austria*, 2018.

aber unbemittelte Leute [...], und weder der Vater noch die Mutter waren des Lesens kundig“¹⁹ – hatte dank seiner ausgeprägten mathematischen Begabung rasch im akademischen Leben Wiens Fuß gefasst.²⁰ Unmittelbar nach dem Abschluss seiner Studien 1858 arbeitete er am Physiologischen Institut des Josephinums mit dem im Kurhessischen geborenen Physiologen Carl Ludwig (1816-1895), einem strengen Vertreter der organischen Physik zusammen.²¹ Ludwig war auf den begabten Studenten aufmerksam geworden, der 1857 als 22-Jähriger seine zweite Arbeit „Allgemeine Gleichungen für oscillatorische Bewegungen“ in Johann Christian Poggendorffs *Annalen der Physik und Chemie* publiziert hatte.²² Im selben Jahr reichte er in der kaiserlichen Akademie seine Abhandlung „Über die Absorption der Gase“ ein, in der seine Gabe, „das physikalische Experiment zum Ausgangspunkte mathematischer Behandlung zum machen“, in „glänzendster Weise“ hervortrat.²³ 1858 für mathematische Physik habilitiert, wurde Stefan 1863 im Alter von 28 Jahren an der Universität Wien zum jüngsten ordentlichen Professor der höheren Mathematik und Physik in der Monarchie ernannt und Ettingshausen wegen dessen gesundheitlicher Probleme als Vizedirektor am Physikalischen Institut zur Seite gestellt. Nach der Pensionierung Ettingshausens übernahm Josef Stefan im Oktober 1866 die Direktion des Instituts, das er bis zu seinem Tod 1893 leitete. 1865 wurde ihm als Erstem der Ignaz L. Lieben-Preis der Akademie für seine Abhandlung über die Natur des unpolarisierten Lichts zuerkannt,²⁴ im selben Jahr wurde er zum wirklichen Mitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften gewählt. Von 1875 bis 1884 diente er der Akademie als Sekretär der math.-nat. Klasse, von 1885 bis 1892 als Vizepräsident. Stefan kann als typischer Vertreter der Wiener Physik der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts bezeichnet werden. Die Mehrzahl seiner bedeutenden Beiträge zur theoretischen und zur experimentellen Physik veröffentlichte er in den Schriften der Akademie. Sein Name ist mit dem Stefan-Boltzmann'schen Gesetz verbunden, das erstmals eine genaue Abschätzung der Oberflächentemperatur der Sonne erlaubte. Das von ihm formulierte Strahlungsgesetz, das sein Schüler Boltzmann mathematisch begründen konnte, und seine experi-



91. Josef Stefan, Sekretär der math.-nat. Klasse 1875–1884, Vizepräsident der Akademie 1885–1893

19 Bericht des General-Sekretärs, in: Alm. 43 (1893), 252.

20 Vgl. REITER, Ludwig Boltzmann and Jožef Stefan, 2013.

21 LUDWIG/STEFAN, Über den Druck, 1858, 25-42.

22 STEFAN, Allgemeine Gleichungen, 1857, 365.

23 Bericht des General-Sekretärs (Nachruf auf Josef Stefan), in: Alm. 43 (1893), 253.

24 Vgl. Verkündigung der ersten Zuerkennung des Ig. L. Lieben'schen Preises für die beste Leistung aus dem Gebiete der Physik und physikalischen Physiologie seit dem Jahre 1862 durch den Präsidenten der Akademie, in: Alm. 15 (1865), 253-256.



92. Josef
Loschmidt,
Chemiker und
Physiker, 1870 WM

mentellen Bestimmungen der spezifischen Wärmeleitfähigkeit von Gasen wurden als Meilensteine der Physik anerkannt. Stefan war neben Hermann von Helmholtz auch einer der wenigen, die der Maxwell'schen Theorie des Elektromagnetismus auf dem europäischen Festland zur Akzeptanz verhalfen. Mit seinem vehementen Eintreten für diese Theorie übte er zugleich auch einen prägenden Einfluss auf seinen Schüler Ludwig Boltzmann aus, der sie in seinen Arbeiten als einer der Ersten experimentell bestätigte und sich damit einen internationalen Ruf erwarb. Stefan war es auch, der Boltzmann an die molekulare Gastheorie heranführte.²⁵

Josef Loschmidt (1821-1895, Abb. 92) wuchs als Sohn eines Kleinhäuslers und Tagelöhners nahe Karlsbad/Karlovy Vary in Böhmen auf. Da er sich bei den Feldarbeiten „wenig anständig“ erwies, wurde befunden, dass

er „nur zum Studiren geeignet“ sei.²⁶ Seine Studienjahre in Prag absolvierte Loschmidt unter dem Einfluss des späteren Unterrichtsreformers und Philosophieprofessors in Prag Franz S. Exner, der sein Talent erkannte, ihn unterstützte und zu einem Studium der Mathematik und Naturwissenschaften (ab 1841 in Wien) verhalf. Loschmidt war Hörer von Ettingshausen, aber auch von Schrötter im Fach Chemie. In dessen Labor entwickelte er eine Methode zur Gewinnung von reinem Kalisalpeter (Kaliumnitrat), der für die Schießpulvererzeugung verwendet wurde. 1847 errichtete er in Atzgersdorf bei Wien eine Salpeterfabrik, die aufgrund mangelnder Grundstoffe 1850 den Betrieb einstellen musste. Auch danach war er weiter in leitender Stellung in der chemischen Produktion tätig, bevor er sich - von Misserfolgen enttäuscht - von der Industrie abwandte und sich im Universitätsbetrieb zu etablieren versuchte. Mit seiner Ernennung zum Extraordinarius (1868) und zum Ordinarius der Physik (1872) am neu geschaffenen Physikalisch-chemischen Universitäts-Laboratorium wurde an der Universität Wien eine dritte Lehrkanzel besetzt, mit der das Ziel verfolgt wurde, das Grenzgebiet zwischen Physik und Chemie, das durch die industriellen Entwicklungen mittlerweile Bedeutung gewonnen hatte, zu fördern.²⁷ Die Lehrkanzel war der „chemischen Physik“ - nach heutigem Sprachgebrauch der physikalischen Chemie - gewidmet und nahm vornehmlich fotografische und elektrochemische Untersuchungen vor.

25 Vgl. REITER, Aufbruch und Zerstörung, 2017, 27f. Boltzmann profitierte von einer Initiative Josef Stefans, der zufolge Absolventen mit Studienabschluss ein Stipendium von 600 Gulden pro Jahr für die höhere Ausbildung in Physik im Ausland erwerben konnten. Damit war an der Universität Wien 1868 ein erstes Postdoc-Programm eingerichtet worden.

26 Bericht des Secretärs der math.-nat. Klasse (Nachruf auf Josef Loschmidt), in: Alm. 46 (1896), 258.

27 Vgl. FLEISCHACKER/SCHÖNFELD, Pioneering Ideas, 1997.

1861 war Loschmidt – noch vor dem deutschen Chemiker August Kekulé (1829–1896) – die Aufklärung der Struktur aromatischer Verbindungen gelungen; er publizierte seine Erkenntnisse in einer Schrift im Eigenverlag, die völlig unbeachtet blieb, bis Richard Anschütz (1852–1937) ihr 1913 zu wissenschaftlicher Anerkennung verhalf.²⁸ Weiters gab Josef Loschmidt mit seiner theoretischen Abschätzung der Größe des Durchmessers der Luftmoleküle auf der Grundlage der kinetischen Gastheorie einen wichtigen Hinweis auf die atomare Struktur der Materie.²⁹ Sein Name ist bis heute in der Literatur der statistischen Physik mit dem von ihm 1876 formulierten „Umkehrerwand“ verbunden, mit dem er an Boltzmanns Interpretation des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik und deren Fundierung in der Entropie eines Systems heftige Kritik übte.³⁰ Boltzmanns Ableitung des Zweiten Hauptsatzes aus der Mechanik war infrage gestellt worden, da auch von anderen Gelehrten ähnliche Einwände formuliert wurden.³¹ Die Diskussionen dazu, auf die hier nicht näher eingegangen wird, halten bis heute an.³²



93. Viktor von Lang, Vizepräsident der Akademie 1911–1915, Präsident 1915–1919

Viktor von Lang (1838–1921, Abb. 93), Dozent für Physik der Kristalle, war neben Ernst Mach einer der ersten Angehörigen des Physikalischen Instituts der Universität Wien. In Wiener Neustadt geboren, hatte er in Wien und Heidelberg studiert, in Gießen 1858 promoviert und sich in Wien 1861 habilitiert. 1862 wechselte er vorübergehend als Assistent an das Kensington Museum in London,³³ 1865 übernahm er die vakante erste Lehrkanzel an der Universität Wien. Wegen seiner Untersuchungen der optischen, magnetischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften von Kristallen gilt von Lang als einer der Begründer der Kristallphysik. Als er 1921 in seinem 84. Lebensjahr verstarb, war er bis zuletzt der Wiener Akademie eng verbunden geblieben: „1866 wurde er zum korrespondierenden Mitglied und bereits im nächsten Jahr 1867 zum wirklichen Mitglied der Wiener Akademie gewählt; von 1898 bis 1911 war er Generalsekretär, anschließend bis 1915 Vizepräsident und schließlich bis 1919 Präsident der Akademie, ein Amt, das er bei Erreichung des 80. Lebensjahres zurücklegte.“³⁴ Zu Langs Schülern zählte u. a. Franz Serafin Exner jun.

28 LOSCHMIDT, Konstitutions-Formeln, 1913.

29 LOSCHMIDT, Zur Grösse der Luftmoleküle, 1866.

30 LOSCHMIDT, Über den Zustand des Wärmegleichgewichtes, 1876.

31 Vgl. POINCARÉ, Sur le problème, 1890 (darin: Erstveröffentlichung des „Wiederkehrsatzes“).

32 Zu Loschmidt vgl. REITER, Aufbruch und Zerstörung, 2017, 27f.

33 Bericht des Generalsekretärs (Nachruf auf Viktor von Lang), in: Alm. 72 (1922), 146.

34 KARLIK/SCHMID, Franz Serafin Exner, 1982, 40.

Während Viktor von Lang weit verzweigte persönliche Kontakte zu Forschern in ganz Europa pflegte, hatten Stefan und Loschmidt Auslandskontakte völlig vernachlässigt, wie Boltzmann beklagte:

Weder Stefan noch Loschmidt machten meines Wissens eine Reise außerhalb des österreichischen Vaterlandes. Jedenfalls besuchten sie nie eine Naturforscherversammlung [Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte], traten nie mit fremden Gelehrten in innigere persönliche Beziehungen. Ich kann dies nicht billigen; ich glaube, daß sie bei geringerer Abgeschlossenheit noch mehr hätten leisten können. Wenigstens hätten sie ihre Leistungen rascher bekannt und daher fruchtbringender gemacht.³⁵

Daher wäre es auch ahistorisch, das internationale Ansehen, das Doppler, Loschmidt und Stefan heute als Heroen der Physik haben, auf ihre Schaffenszeit zurück zu projizieren. Ihren internationalen Ruf erlangten sie erst zu einem späteren Zeitpunkt, während Boltzmann und Mach bereits zu Lebzeiten internationale Anerkennung erhielten.

In einem Brief vom 21. Februar 1886 wandte sich Akademiepräsident Eduard Suess an Ludwig Boltzmann mit der Bitte, den Vortrag anlässlich der Feierlichen Sitzung vom 29. Mai 1886 zu übernehmen. Boltzmann wählte das Thema „Der Zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie“.³⁶ Die Einladung zum Vortrag im Rahmen der Feierlichen Sitzung war – und ist – eine der höchsten Auszeichnungen, die von der Akademie vergeben werden können. Mit seiner Themenwahl vollzog Boltzmann angesichts der heftigen Kontroversen, die seine mechanische Deutung der Interpretation des Zweiten Hauptsatzes der Wärmelehre hervorrief, eine bewusste Abkehr von der traditionellen Gepflogenheit, bei dieser Gelegenheit, „allgemeinere Gegenstände von sogenanntem philosophischen oder metaphysischen Inhalte zu besprechen“, wie Boltzmann feststellte.³⁷

Vier Jahre zuvor, am 25. Mai 1882, hatte Ernst Mach bei der Feierlichen Sitzung den Festvortrag gehalten und unter dem Titel „Die ökonomische Natur der physikalischen Forschung“ eines der zentralen Themen seiner Wissenschaftsphilosophie vorgestellt.³⁸ In seinem Vortrag gab Mach dazu eine kompakte Auskunft: „Alle physikalischen Sätze und Begriffe sind gekürzte Anweisungen, die oft selbst wieder andere Anweisungen eingeschlossen enthalten, auf ökonomisch geordnete, zum Gebrauch bereitliegende Erfahrungen.“³⁹

35 BOLTZMANN, Josef Stefan, 1905, 102.

36 BOLTZMANN, Der Zweite Hauptsatz, 1905.

37 Ebd., 227; siehe Kapitel 26, 297f.

38 MACH, Die ökonomische Natur, 2014.

39 Ebd., 194.

Zusammenfassend lässt sich insbesondere für die zweite Generation von Physikern an der Universität Wien feststellen, dass – wie Hans Benndorf später in Erinnerung rief – die Universität Wien zwar die erste Universität Österreichs war, die ein staatliches physikalisches Institut besaß, dass dieses aber in vollkommen unzureichenden Räumen untergebracht und mit geradezu kläglichem Apparat für experimentelle Laboratoriumsarbeit ausgestattet war. Stefan, Loschmidt und Lang hatten ihre Kenntnisse und Fertigkeiten bis 1850 in einem recht beschränkten System reglementierter Lehre erworben und noch nicht über Assistenten verfügt. Von einem systematischen Experimentalunterricht konnte nicht die Rede sein, die Ausbildung beschränkte sich weitgehend, so Benndorf, auf den „vorzüglichen theoretischen Unterricht“.⁴⁰ Internationaler Austausch fand – mit Ausnahme von Lang – nicht statt, wie Boltzmann am Beispiel Stefans und Loschmidts bedauernd in Erinnerung rief.⁴¹ Die soziale Herkunft hatte Stefan, Loschmidt und Lang den Aufstieg in hohe akademische Positionen nicht in die Wiege gelegt, da ihre Eltern in manchen Fällen des Schreibens nicht mächtig gewesen waren. Erstaunlich ist daher, wie leicht deren begabte Kinder damals soziale Barrieren überwinden konnten. Ab den 1870er Jahren zeigt sich eine deutliche soziale Verschiebung bei den Berufen der Väter, die nunmehr überwiegend aus der urbanen Mittelschicht und der Beamtenschaft kamen und wenig später meist akademische Berufe hatten.⁴²

Deutlich wird an der Entwicklung der Naturforschung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts auch die Formation eines neuen Berufsbildes: das des akademischen Physikers. Baumgartners Mobilität zwischen Universität, Industrie und Verwaltung verschwand als Modell. Doppler und Loschmidt signalisierten den Übergang mit diskontinuierlichen Karriereverläufen, während Josef Stefan, Viktor von Lang und Ludwig Boltzmann ab dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts bereits dem bis heute gültigen Rollenverständnis des Physikers als Universitätslehrer entsprachen; allerdings war die Ausdifferenzierung in eine experimentelle oder theoretische Arbeitsrichtung des Faches noch nicht erfolgt. Verdeutlicht wird dieser nächste Schritt der abschließenden Professionalisierung des Fachs Physik von der Person Franz Serafin Exners, Sohn des Verfassers des Schul-Organisationsentwurfs von 1849, für die Experimentalphysik und von Boltzmanns Nachfolger Friedrich Hasenöhl (1874–1915) für die theoretische Physik. Ein Aspekt – der für die Wissenschaft zentral ist – blieb allerdings bis zur Jahrhundertwende unverändert: die lokale, regionale und (mit Einschränkung) überregionale wissenschaftliche Kommunikation, bei der die Akademie der

40 Vgl. AÖAW, PA Franz Exner, Rede aus Anlass der Enthüllung des Denkmals für Franz Exner in der Wiener Universität am 23.1.1937, gehalten von H[ans] Benndorf; ders., Worte der Erinnerung an Franz Exner, gesprochen an seinem Grabe am 18.11.1926 von Hans Benndorf.

41 BOLTZMANN, Josef Stefan, 1905.

42 Vgl. REITER, Aufbruch und Zerstörung, 2017, 65f.



94. Ludwig Boltzmann, 1885 wM, hielt bei der Feierlichen Sitzung 1886 den Vortrag „Der Zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie“

Wissenschaften die dominante Plattform für den fachlichen Austausch blieb. Ihre Schriften (v. a. die *Sitzungsberichte*) stellten ein wichtiges Vehikel der internen und externen Wissensvermittlung dar. Nur wer Mitglied der Akademie war, zählte zur Scientific Community.

Stefan, der letzte Vertreter der langen Reihe von Physikern, die an der Universität Wien wirkten und in der Akademie seit deren Gründung entscheidende Positionen einnahmen, verstarb 1893. Im monumentalen wissenschaftlichen Werk Ludwig Boltzmanns (1844–1906, Abb. 94) kam die Entwicklung der Physik seit 1850 zu ihrer vollen Reife. Er folgte seinem Lehrer Stefan im Jahr 1894 auf dessen Lehrstuhl am Physikalischen Institut der Universität Wien, den der unstete Boltzmann 1900 für eine Position an der Universität Leipzig wieder verließ.

Die Rückkehr Boltzmanns 1902 auf den Lehrstuhl an der Universität Wien, der für ihn freigehalten worden war, war verbunden mit der Auflage, Österreich fürderhin nicht mehr zu verlassen. Bis zu seinem Freitod 1906 war es vor allem die Akademie, die ihm zu einer neuen Heimstätte geworden war.

8.6 Exner und sein Kreis. Akademie und Universität als institutionelle und personelle Zwitter

Es ist schier unmöglich, der Bedeutung von Franz Serafin Exner (1849–1926, Abb. 95) für die Entwicklung der physikalischen Forschung in Wien in dieser Überblicksdarstellung gerecht zu werden. Wir beschränken uns im Folgenden auf eine geraffte Beschreibung seiner Tätigkeit als schulbildender Universitätslehrer und Wissenschaftsorganisator im Rahmen der Akademie, wobei insbesondere auf seine Förderung der Erforschung der Radioaktivität einzugehen sein wird.⁴³

Im Unterschied zu seinen Lehrern Josef Stefan, Josef Loschmidt und Viktor von Lang entstammte Exner „einer typischen Gelehrtenfamilie“. In dem von seinem Schüler Egon Ritter von Schweidler verfassten Nachruf heißt es: „Als Sohn seines gleichnamigen Vaters, des bekannten Philosophen und Mitarbeiters an der Neugestaltung des österreichischen Hochschulwesens, und als jüngster von vier Brüdern, die sämtlich in ihrem Fache hervorragende Gelehrte waren, wurde er zu Wien am 24. März 1849 geboren.“⁴⁴

43 Vgl. KARLIK/SCHMID, Franz Serafin Exner, 1982; COEN, Vienna in the Age of Uncertainty, 2007.

44 Bericht des Generalsekretärs, in: Alm. 77 (1927), 179. Exners Brüder waren der Jurist Adolf Exner, der Physiologe Sigmund Exner und der mathematische Physiker Karl Exner. Ihre

Eine weitere Tatsache unterscheidet Exner radikal von der Kohorte seiner Lehrer: Er studierte nicht nur an der Universität Wien, sondern auch im Ausland. Während seiner Studienaufenthalte in der Schweiz und im Deutschen Reich knüpfte er lebenslange Freundschaften und stellte zugleich seine Forschungsinteressen auf eine breite Basis. Exner sammelte Erfahrungen in Zürich (Physik bei August Kundt und Albert Mousson, Chemie bei Johannes Wislicenus und Archäologie bei Otto Benndorf, Vater des Exner-Schülers Hans Benndorf) und folgte dann Kundt als Assistent nach Würzburg, wo auch der fast gleichaltrige Wilhelm Röntgen in dieser Funktion tätig war. Als Kundt nach Straßburg an die neu gegründete Reichsuniversität berufen wurde, folgte ihm Exner - wie auch Röntgen, mit dem ihn eine enge Zusammenarbeit verband - als Assistent, bis er nach Wien zurückkehrte, wo er sich 1874 für Physik habilitierte. Im selben Jahr besetzte Viktor von Lang den neu geschaffenen Posten eines Assistenten am Physikalischen Cabinet mit dem 25-jährigen Exner. 1872 zeichnete ihn die Akademie mit dem von Andreas Baumgartner gestifteten Preis aus; Exner war der zweite Preisträger. Er hatte als Einziger eine Preisschrift - mit dem Titel „Über Härtecurven“ - eingereicht, in der er am Beispiel von Kristallen einen Zusammenhang zwischen Härteverhalten und Teilbarkeit feststellte. Die Akademie erkannte in der eingereichten Arbeit „einen wichtigen Beitrag zur Erforschung dieses bisher so wenig gekannten Gebietes der Krystallophysik“ und verlieh Exner den Baumgartner-Preis in der Höhe von 1.000 fl.⁴⁵ Kristallografie und Mineralogie bildeten auch künftig einen Forschungsschwerpunkt Exners. Der weitere akademische Werdegang sei hier nur kurz umrissen: 1879 Ernennung zum Extraordinarius an der Universität Wien, 1885 Wahl zum korrespondierenden Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Wien, nach der Emeritierung Loschmidts 1891 Ernennung zum Ordinarius (neben Lang und Boltzmann) und Betrauung mit der Leitung des Physikalisch-Chemischen Instituts, dem vormaligen Physikalischen Cabinet. 1907 wurde er zum Rektor der Universität Wien gewählt. In seiner aufsehenerregenden Inaugurationsrede „Über Gesetze in Naturwissenschaft und Humanistik“⁴⁶ setzte er sich im Anschluss an Boltzmann mit dem Charakter von Naturgesetzen auseinander. Er vertrat in seiner Rede die These, dass „alles Geschehen in der Natur [...] das Resultat zufälliger Ereig-



95. Franz Serafin Exner, Doyen der österreichischen Physik, 1896 wM

Schwester war die Schriftstellerin Marie von Frisch.

45 Verkündigung der Zuerkennung der von der kais. Akademie der Wissenschaften ausgeschriebenen Preise, in: Alm. 22 (1872), 241f.

46 EXNER, Über Gesetze, 1909; Rektorsinauguration an der Universität Wien, in: Neue Freie Presse, 15.10.1908, 3.

nisse“ sei.⁴⁷ Sofern Naturgesetze eine überaus große Zahl von Einzelereignissen beschrieben, ließe sich von Gesetzen sprechen; im Falle einer geringeren Anzahl von Ereignissen könne jedoch lediglich von Gesetzmäßigkeiten die Rede sein. Diese Überlegungen griff Exner auch in seinen *Vorlesungen über die physikalischen Grundlagen der Naturwissenschaften* auf.⁴⁸ Der wichtige und bleibende Beitrag Exners war seine epistemologisch begründete Einsicht in den statistischen Charakter physikalischer Gesetzmäßigkeiten – lange bevor dieses Thema zu einem der zentralen Diskussionspunkte bei der Interpretation der Quantenmechanik wurde.⁴⁹

Exners Wirken an der Universität Wien bis zu seiner Emeritierung 1920 war auf exemplarische Weise schulbildend. Die von ihm vertretenen Forschungsrichtungen umfassten Elektrochemie, Lufterlektrizität, Spektralanalyse, Farbenlehre und Kristallphysik.⁵⁰ An der Akademie der Wissenschaften war Exner (1885 kM I, 1896 wM) in einer Reihe von Kommissionen tätig. An der Erforschung der Lufterlektrizität nahm er durch seine Anregung, im Rahmen der kartellierten Akademien ein Netz von Messstationen aufzubauen und diese international zu vernetzen, entscheidenden Anteil. Indem die 1901 an der Wiener Akademie unter Exner eingesetzte Kommission für atmosphärische Elektrizität Beobachtungsstationen in Wien, Triest, Kremsmünster und Innsbruck einrichtete, führte sie einen Beschluss der im Kartell vereinigten Wissenschaftsakademien (Berlin, Göttingen, Heidelberg, Leipzig, München, Wien) aus.⁵¹ Exner übernahm u. a. auch Aufgaben in der Ozeanographischen Kommission, in der Erdbebenkommission, in der Tunnelkommission sowie in verschiedenen Verwaltungskommissionen. Entscheidende Akzente setzte er in der Kommission für die Untersuchung radioaktiver Substanzen, da ihm die Förderung der Erforschung der Radioaktivität seit den ersten brieflichen Kontakten mit Pierre Curie (1859–1906) unmittelbar nach der Entdeckung des Radiums im Dezember 1898 ein besonderes Anliegen war.

Im kollektiven Gedächtnis der Physik ist Exner bis heute mit seinem statistischen Ansatz zum Charakter von Naturgesetzen präsent, während seinen experimentalphysikalischen Forschungsarbeiten auf breiter Basis nur noch historischer Stellenwert zukommt. Seine elektrochemischen Arbeiten, die der physikalischen Chemie zuzuordnen sind, wurden schon zu seinen Lebzeiten durch neuere Entwicklungen (Walter Nernst, Svante Arrhenius) überholt. Exners Erforschung der atmosphärischen Elektrizität hatte unmittelbare, wenn auch nicht intendierte Folgen: die Entdeckung der kos-

47 EXNER, *Über Gesetze*, 1909, 84.

48 EXNER, *Vorlesungen*, 1919 (1922).

49 Vgl. ebd.; HANLE, *Indeterminacy before Heisenberg*, 1980; STÖLTZNER, Franz Serafin Exner's Indeterminist Theory of Culture, 2002.

50 Zu den folgenden Ausführungen vgl. REITER, *Aufbruch und Zerstörung*, 2017, 93–95.

51 Vgl. Bericht des General-Sekretärs, in: Alm. 52 (1902), 264; KARLIK/SCHMID, Franz Serafin Exner, 1982, 69–74; siehe Kapitel 6, 275–308 u. Kapitel 7, 350.

mischen Höhenstrahlung durch Victor Franz Hess (1883-1964) im Jahr 1911, die im Zusammenhang mit Ballonaufstiegen zur Untersuchung der Höhenabhängigkeit der atmosphärischen Elektrizität im Rahmen des Exner'schen Forschungsprogramms und dessen methodischer Entwicklung eines dafür geeigneten Instruments, des Aluminiumblatt-Elektrometers, erfolgt war. Hess wurde für seine Entdeckung 1919 mit dem Ignaz L. Lieben-Preis und 1936 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet. Die Frage nach der chemischen Zusammensetzung der Meteorite führte Exner zusammen mit Eduard Haschek (1875-1947) zu systematischen spektralanalytischen Untersuchungen aller Elemente und der Aufnahme der Wellenlängen von rund 100.000 Spektrallinien, die in umfangreichen Tabellenwerken von 1902 bis 1911 erschienen. Warum Exner nach Abschluss dieser umfangreichen Arbeiten auf seine ursprüngliche Absicht der Untersuchung des Elementgehalts von Meteoriten nicht zurückkam, bleibt wohl sein Geheimnis. Ein weiteres umfangreiches Gebiet des Exner'schen Forschungsprogramms war ab 1902 der Deutung des Farbsehens gewidmet, das physikalische, optische und physiologische Aspekte berührte. Zu den Details der Arbeiten Exners und seiner Mitarbeiter und deren Einbindung in die damaligen theoretischen Vorstellungen zum Farbsehen sei auf die kurze Darstellung bei Karlik und Schmid verwiesen.⁵²

Hier sei nur angefügt, dass Erwin Schrödingers mathematische Behandlung der Sehempfindungen einen wichtigen Beitrag zur Klärung konkurrierender Ansätze lieferte. Erwin Schrödinger (1887-1961) studierte ab 1906 an der Universität Wien, promovierte 1910 bei Exner mit einer experimentellen Arbeit und wurde 1911 dessen Assistent, ehe er sich 1914 an der Universität Wien habilitierte.

Exners Schüler und Mitarbeiter bildeten einen engen Kreis um ihren Lehrer, den sie „Papa Exner“ nannten (Abb. 96).⁵³ Dreiundzwanzig seiner Schüler wurden auf Lehrstühle an den Universitäten Wien, Graz, Innsbruck, Prag und Krakau und an den Technischen Hochschulen von Wien, Prag und Brünn berufen. Unter den 17 Lieben-Preisträgern für Physik befanden sich elf Exner-Schüler.⁵⁴ Physik in Österreich war ab 1880 zum überwiegenden Teil die Physik des Exner'schen Forschungsprogramms. Ab 1899 wurde dieses Programm sehr erfolgreich durch die Radioaktivitätsforschung erweitert. Die Dominanz des Exner-Kreises in der Physik der späten Habs-

52 Vgl. KARLIK/SCHMID, Franz Serafin Exner, 1982, 75-80.

53 Personen in Abb. 96 v. l. n. r. in der ersten Reihe (sitzend): Olga Steindler-Ehrenhaft, Franz Exner, Viktor von Lang, Carl Ulrich, Anton Lampa; in der zweiten Reihe: Ludwig Camillo Haitinger, Adalbert Prey, Stefan Meyer, Gustav Jäger, Ernst Lecher (nach vorn lehnend), Eduard Haschek (nach vorn lehnend), Friedrich Hasenöhl, Karl Przibram (rechts außen); in der letzten Reihe: Felix Maria Exner (halb verdunkelt), Josef Nabl (mit Glas), Hans Bendorff, Emil Kohl, Fritz Kohlrusch, Karl Kstersitz, Victor Franz Hess, Felix Ehrenhaft (nur halb zu sehen hinter Mache), Heinrich Mache.

54 Vgl. SOUKUP, Wissenschaftliche Welt, 2004.



96. Geburtstagsfeier von Franz Serafin Exner 1909 in der Bibliothek des II. Physikalischen Instituts der Universität Wien, Türkenstraße 3

burgermonarchie wird einmal mehr sichtbar, wenn man neben dem Lieben-Preis auch den 1905 erstmals vergebenen Haitinger-Preis der Akademie der Wissenschaften berücksichtigt.⁵⁵ Mit Friedrich Hasenöhlrl, Marian Smoluchowski Ritter von Smolan, Karl Przibram, Heinrich Mache, Felix Ehrenhaft, Erwin Schrödinger, Hans Thirring, Franz Aigner, Adolf Smekal und Karl Wilhelm Friedrich Kohlrausch stellte der Exner-Kreis ein Viertel der Preisträger; ihm ist auch die Hälfte der 20 Preisträger im Fachgebiet Physik zuzuordnen. Drei Exner-Schülern wurden beide Preise zuerkannt: Przibram erhielt den Haitinger-Preis 1914, Ehrenhaft 1917 und Kohlrausch 1928. Wolfgang Pauli sen. wurde 1918 für seine Arbeiten über die Kolloidchemie der Eiweißstoffe ausgezeichnet; es war die einzige Würdigung, die dieser Pionier der Kolloidchemie in Österreich erhielt.⁵⁶

55 Der Haitinger-Preis wurde 1904 vom Direktor der Gasglühlicht- und Elektrizitätsgesellschaft in Atzgersdorf bei Wien, Ludwig Camillo Haitinger, zum Andenken seines Vaters gestiftet. Der Preis wurde von 1905 bis 1936 - mit Ausnahme der Jahre 1930 und 1934 - jährlich vergeben, alternierend für die beste im Lauf der letzten drei Jahre veröffentlichte Arbeit auf dem Gebiet der Physik und für die beste auf dem Gebiet der Chemie. Die Vergabe war auf Österreicher und diejenigen Ausländer beschränkt, die den experimentellen Teil der Arbeit innerhalb Österreichs durchgeführt hatten.

56 Vgl. REITER, Aufbruch und Zerstörung, 2017, 94.

8.7 Radioaktivität. Die neue Physik als Herausforderung für die Wiener Akademie

1896 entdeckte der französische Physiker Henri Becquerel eine von Uransalzen ausgehende Strahlung, die sogenannte Radioaktivität. Pierre Curie und Marie Skłodowska-Curie konnten zeigen, dass das an Uranoxid reiche Pechblenden-Erz aktiver war als das Uran selbst. Als Strahlungsquellen isolierten die Curies zwei bislang unbekannte Elemente, Polonium und Radium. Zur Entdeckung des Radiums und zur Erforschung der Radioaktivität leistete die kaiserliche Akademie der Wissenschaften einen nicht unwesentlichen Beitrag materieller und wissenschaftlicher Art. Im September 1898 ersuchte das Ehepaar Curie auf diplomatischem Weg die kaiserliche Regierung um die Überlassung von Pechblenderückständen aus der Uranverarbeitung im St. Joachimsthaler Bergwerk in Böhmen. Die Akademie der Wissenschaften empfahl auf Anfrage des Ackerbauministeriums, dem das Berg- und Hüttenwesen unterstand, die unentgeltliche Lieferung von 100 Kilogramm Verarbeitungsrückständen. Treibende Kräfte waren wM Franz Serafin Exner und der Akademiepräsident Eduard Suess. Das Ehepaar Curie extrahierte im Dezember 1898 aus dem österreichischen Ausgangsmaterial erstmals ein Radiumpräparat, sodass der langjährige Leiter des Instituts für Radiumforschung der Akademie der Wissenschaften in Wien, Stefan Meyer (1921 kM I, 1932 wM, Abb. 97), im Rückblick folgendes feststellen konnte: „Durch sein großzügiges Entgegenkommen hat sich das damalige österreichische Ackerbau- (später Arbeits-) Ministerium ein für alle Zeit ehrenvolles Verdienst um die Förderung der Wissenschaft erworben.“⁵⁷

Nach der Entdeckung des Radiums trat Exner mit dem Ehepaar Curie in brieflichen Kontakt und erhielt von ihm ein aus dem St. Joachimsthaler Material gewonnenes Präparat mit hohem Radiumgehalt für eigene Forschungszwecke als Geschenk. Unmittelbar darauf begannen Exner und seine Mitarbeiter mit ersten Untersuchungen an den neuen radioaktiven Substanzen, deren erste Ergebnisse bereits 1899 publiziert wurden.⁵⁸ Zu den bedeutendsten frühen Ergebnissen zählten die von Stefan Meyer (1872–1949) und Egon von Schweidler (1873–1948) festgestellte Ablenkbarkeit der Radiumstrahlen (später Betastrahlen) im Magnetfeld sowie das abweichende Verhalten der Poloniumstrahlen (später Alphastrahlen), was zur Feststellung des Teilchencharakters dieser beiden Strahlenarten und zur



97. Stefan Meyer, Leiter des Instituts für Radiumforschung 1910–1938

57 MEYER, Die Vorgeschichte 1950, 7; vgl. KARLIK/SCHMID, Franz Serafin Exner, 1982; siehe Kapitel 26, 302–304.

58 KARLIK/SCHMID, Franz Serafin Exner, 1982, 89.

Charakteristik der verschiedenen Strahlengattungen führte.⁵⁹ Exner und Eduard Haschek lieferten 1901 erstmals einen Beweis für den Elementcharakter des Radiums, der damals noch keineswegs unumstritten war.⁶⁰ Im selben Jahr setzte die Akademie der Wissenschaften eine Kommission für die Untersuchung der radioaktiven Substanzen ein, der zunächst Exner (Obmann) und die wM Viktor von Lang, Gustav Tschermak und Adolf Lieben angehörten.⁶¹ Auf deren Anregung kaufte die Akademie 1904/05 zehn Tonnen radiumhaltige Verarbeitungsrückstände des Uranbergwerks St. Joachimsthal/Jáchymov, deren Weiterverarbeitung zu Radium in der Gasglühlichtfabrik des Karl Auer, Freiherr von Welsbach (1900 kM I, 1911 wM), in Atzgersdorf bei Wien durch dessen Mitarbeiter Ludwig Camillo Haitinger und Carl Ulrich erfolgte.⁶² Die Exner-Mitarbeiter Stefan Meyer und Egon von Schweidler kontrollierten durch Messungen der Radioaktivität den Prozess der Radiumgewinnung. Mit den zwischen 1904 und 1907 isolierten 4 Gramm Radiumchlorid wurde „das Fundament für systematische wissenschaftliche Tätigkeit auf diesem Gebiet gelegt“.⁶³ Durch diese Initiative, die ihr den weltweit größten Radiumvorrat einbrachte, erlangte die Akademie mit einem Schlag eine absolute Ausnahmestellung in der frühen Radioaktivitätsforschung. Die Radiumpräparate der Akademie wurden zunächst im Institut von Exner an der Universität Wien und ab 1910 am Institut für Radiumforschung der Akademie aufbewahrt.⁶⁴

1908 überließ die Akademie der Wissenschaften Ernest Rutherford, dem wichtigsten Experimentalphysiker dieser Zeit, 400 Milligramm Radiumchlorid als Leihgabe. Der für die Entdeckung des radioaktiven Zerfalls 1908 mit dem Nobelpreis ausgezeichnete Physiker der Universität Manchester stellte mithilfe des österreichischen Radiumpräparats 1910/11 das nach ihm benannte Atommodell auf, das von einem Atomkern und ihn umkreisenden Elektronen ausging. Rutherford stand auch im Kontakt mit den Wiener Radiumforschern Meyer und Schweidler, die das in Wien aufbewahrte radioaktive Material zur Aufklärung der Zerfallsprodukte des Radiums verwendeten und zeigen konnten, dass viele der neu entdeckten radioaktiven Stoffe Glieder schon bekannter Zerfallsreihen waren. Ernest Rutherford beglückwünschte sie dazu, dass sie Ordnung in das Chaos der vielen neu entdeckten radioaktiven „Körper“ gebracht hatten.⁶⁵

59 Vgl. MEYER, Die Vorgeschichte 1950, 2.

60 EXNER/HASCHEK, Über das Bogen- und Funkenspektrum, 1911.

61 Vgl. Special-Commissionen, in: Alm. 51 (1901), 46.

62 Vgl. HAITINGER/ULRICH, Bericht, 1908, 619.

63 MEYER, Das erste Jahrzehnt, 1920, 1-29. Stefan Meyer spricht von „rund 4 Gramm Radiumchlorid“; vgl. ders., Die Vorgeschichte, 1950, 14; Franz Exner in seinem Bericht über die Tätigkeit der Radiumkommission von „im ganzen etwa 3 Gramm Radiumchlorid“; vgl. Alm. 58 (1908), 320. Die Gewichtsangabe von Exner bezieht sich wohl auf das Radiumelement, jene von Meyer richtigerweise auf Radiumchlorid.

64 Vgl. KARLIK/SCHMID, Franz Serafin Exner, 1982, 90.

65 Vgl. RUTHERFORD, The Succession, 1904, 198.



98. Uranfarben-
fabrik in
St. Joachimsthal/
Jáchymov

Gemeinsam mit Heinrich Mache untersuchte Meyer die Radioaktivität der Quellen in Gastein, Karlsbad/Karlovy Vary, Marienbad/Mariánské Lázně, Teplice-Schönau/Teplice, Dux/Duchcov, Franzensbad/Františkovy Lázně und St. Joachimsthal/Jáchymov. Hier regten die beiden Wiener Radiumforscher die Errichtung einer Ruranstalt an. Als Wiener Radiumforscher 1904 St. Joachimsthal besuchten, stellten sie mit Erstaunen fest, wie sich das Bergwerkstädtchen verändert hatte und mit dem Zeitgeist ging (Abb. 98). Es gab dort nun Radiumbraten, Radiumseife, Radiumzigarren, Radiumzigarrensippen und Radiumgebäck.⁶⁶ Der weltweit größten Uranlagerstätte St. Joachimsthal/Jáchymov verdankte Wien die zentrale Rolle in der Radiumfabrikation. Die treibende Kraft für die Erzeugung von Radium aus St. Joachimsthaler Pechblende war die Akademie der Wissenschaften; Radiumforschung selbst wurde zunächst noch an der Universität betrieben. Exner und seine jungen Mitarbeiter/innen, unter ihnen auch seine Doktorandin Lise Meitner,⁶⁷ pflegten bald rege Kontakte zu den Pionier/innen der Radioaktivitätsforschung, nicht nur zu Pierre und Marie Curie in Paris (ab 1898) und Ernest Rutherford in Manchester (ab 1904),⁶⁸ sondern auch zu Friedrich Giesel in Braunschweig (ab 1899), zu Julius Elster in Wolfenbüttel

66 MEYER, Die Vorgeschichte, 1950, 13.

67 1907 berichtete wM Franz S. Exner im *Almanach* der Akademie über die erfolgreichen Untersuchungen, die seine Schüler/innen Stefan Meyer, Egon von Schweidler und „Dr. L. Meitner“ u. a. am Radium durchgeführt hatten (Alm. 57, 1907, 341-342). Meitner publizierte die von Meyer angeregte Arbeit „Über die Absorption der α - und β -Strahlen“ 1906 als ihre bereits dritte Veröffentlichung in der *Physikalischen Zeitschrift* 7 (1906), 588-590. Zwar bestanden für Meitner angesichts der starken männlichen Konkurrenz keine Aussichten auf eine Wissenschaftlerinnenkarriere in Wien, allerdings hatte sie - wie auch andere begabte Physikerinnen - in Exner einen Förderer gefunden; siehe Kapitel 17, 283-285 u. Kapitel 22, 87f.

68 HITTMAIR, Ernest Rutherford, 2002.



99. Karl Kupelwieser, Stifter des Instituts für Radiumforschung der Akademie

(ab 1899), zu William Ramsey in London (ab 1907), zu Otto Hahn in Berlin (ab 1907), später zu Bertram B. Boltwood in New Haven, Conn. (ab 1910), zu Frederick Soddy in Glasgow (ab 1911), zu Samuel C. Lind in Washington D. C. (ab 1911), zu Hans Geiger in Berlin (ab 1913) und zu Kasimir Fajans in Karlsruhe (ab 1913).⁶⁹ Unter diesen Voraussetzungen war die Schaffung eines institutionellen Fundaments, auf dem die Radiumforschung in großem Maßstab betrieben werden konnte, überfällig. Den Anstoß dazu gab nicht die Akademie, sondern vielmehr ein Industrieller und Wissenschaftsmäzen, Karl Kupelwieser (1841-1925, Abb. 99).⁷⁰

8.8 Das Institut für Radiumforschung wird eröffnet

Am 28. Oktober 1910 wurde das Institut für Radiumforschung, errichtet auf den ehemaligen Gründen der Tabakregie im 9. Wiener Gemeindebezirk, nach zweijähriger Bauzeit in Anwesenheit des Kurators der kaiserlichen Akademie, Erzherzog Rainer (1827-1913) und des Präsidenten der Akademie, Eduard Suess, feierlich seiner wissenschaftlichen Bestimmung übergeben (Abb. 100).⁷¹ Karl Kupelwieser, Hof- und Gerichtsadvokat in Wien und Mitglied einer reichen Industriellenfamilie, hatte am 2. August 1908 der Akademie einen Betrag von 500.000 K (heute ca. drei Millionen Euro) zur Errichtung und Ausstattung eines Instituts zur Erforschung der Radioaktivität gestiftet.⁷²

69 Die Jahreszahlen beziehen sich (mit Ausnahme von Giesel und Rutherford) auf den Beginn der Korrespondenz mit Stefan Meyer, wie bei Karlik angegeben; vgl. KARLIK, Der wissenschaftliche Briefwechsel, 1979, 219-230; zum Stellenwert der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in der internationalen Radioaktivitätsforschung 1899-1918 vgl. FENGLER, Kerne, 2014, 30-92.

70 Karl (auch Carl) Kupelwieser (1841-1925) war der Sohn des Malers Leopold Kupelwieser (1796-1862). Sein Bruder war der Industrielle Paul Kupelwieser, der seine Karriere als Industriemanager in der Funktion eines Direktors des Stahl- und Walzwerks in Těplička-Schönau/Teplice begonnen hatte und 1876 Generaldirektor der Eisenwerke in Vítkovice (heute ein Stadtbezirk von Ostrava) wurde. Karl Kupelwieser wurde 1921 zum Ehrenmitglied der Akademie der Wissenschaften in Wien gewählt, siehe Kapitel 7, 392f.

71 Vgl. Stefan MEYER: Zur Eröffnung des Instituts für Radiumforschung, in: Neue Freie Presse, Morgenblatt, 28.10.1910, 1f.

72 Das Schreiben von Karl Kupelwieser an das Präsidium der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien vom 2. August 1908 ist abgedruckt in: Alm. 61 (1911), 212-214, das Statut für das Institut für Radiumforschung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in: Alm. 61 (1911), 215-217.



Es war die weltweit erste Forschungseinrichtung ihrer Art, die ausschließlich der Erforschung der Radioaktivität gewidmet war.⁷³ Das Institut verfolgte im Wesentlichen zwei Ziele: die Erforschung des Radiums bezüglich der emittierten Strahlung, des Atomgewichts und seiner chemischen Eigenschaften sowie die Herstellung normierter und international anerkannter Eichpräparate für den wissenschaftlichen, technischen und medizinischen Gebrauch. Eine international besetzte Radiumstandard-Kommission wurde eingerichtet, deren Präsident Ernest Rutherford und deren Sekretär Stefan Meyer war.

Mit der Gründung des Instituts für Radiumforschung hatte die Akademie 1910 als einzige der im Kartell vertretenen Akademien die Chance ergriffen, selbst Grundlagenforschung zu betreiben, ähnlich wie die im Jahr darauf in Berlin gegründete Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften.⁷⁴ Der Staat übernahm die Gehälter der beamteten Institutsmitarbeiter und die Betriebsausgaben und bewilligte eine kleine Jahresdotations; die Akademie brachte die rund vier Gramm Radiumchlorid ein. Franz Serafin Exner bekleidete formal die Funktion des Institutsvorstands, die er ganz in die bewährten Hände von Stefan Meyer legte, der auch schon für die Ausstattung und apparative Einrichtung des Instituts in der Bauphase verantwortlich gewesen war. Erster Assistent (Adjunkt) wurde Exners Mitarbeiter Victor Franz Hess, der spätere Nobelpreisträger. Eine Publikati-

100. Eröffnung des Instituts für Radiumforschung am 28. Oktober 1910, im Vordergrund der Kurator der Akademie Erzherzog Rainer (l.) und Akademiepräsident Eduard Suess (r.)

⁷³ Zur Gründung des Instituts für Radiumforschung und den Verbindungen zur böhmischen Radiumindustrie vgl. FENGLER, Kerne, 2014, 49–57.

⁷⁴ Siehe Kapitel 7, 406.

onsreihe, die *Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung*, wurde 1911 eingerichtet. Sie bestand bis 1974 und erreichte 687 Reihennummern. Das Institut konnte schon in den ersten Jahren seiner Tätigkeit wissenschaftliche Erfolge nachweisen: Der Prager Chemiker Otto Hönigschmid (Haitinger-Preis der Akademie 1913) nahm am Institut ultragenau Atomgewichtsbestimmungen radioaktiver Elemente vor, der ungarische Physikochemiker Georg von Hevesy und der Wiener Radiochemiker Friedrich Paneth legten hier den Grundstein für die Radio-Indikator-Methode. Paneth wurde dafür 1916 der Lieben-Preis und Hevesy 1943 der Nobelpreis für Chemie zuerkannt. Zu nennen sind weiter strahlenchemische Arbeiten, methodische Entwicklungen, Untersuchung und Anwendung der Wirkungen radioaktiver Strahlung in der Medizin, umfangreiche Untersuchungen radioaktiver Quellwässer und Arbeiten zur Kristallphysik.

Im Jahr 1910 widmete die Wiener Akademie ihren Festvortrag anlässlich der Feierlichen Sitzung der Radiumforschung. Franz Serafin Exner leitete seine Rede mit folgenden Worten ein: „In dem Momente, wo durch die kaiserliche Akademie der Wissenschaften aufgrund der großartigen Spende eines Privaten das erste Institut errichtet wird, das der rein wissenschaftlichen Erforschung des Radiums dienen soll, mag es passend erscheinen, Zweck und Ziel dieser Forschung kurz zu erläutern.“⁷⁵ Die Größe und Masse der Atome war seit Loschmidt bekannt, ihr Innenleben aber nicht. Die auf Erfahrung gegründete Forschung habe bisher keine Antwort geben können – in diesem Sinne schloss Exner seinen Vortrag über Radiumforschung mit der Feststellung, dass Theorien „billig“, Tatsachen aber auf experimentelle Belege angewiesen seien:

Schwer und mühevoll aber ist es, sie anhand der Natur auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Das letzte Wort sprechen allezeit die Tatsachen und solche zu suchen und zu finden auf dem weiten Gebiete, über das ich hier nur einen sehr gedrängten Überblick geben konnte, ist der Zweck des neugegründeten Instituts für Radiumforschung.⁷⁶

8.9 Resümee

Die Institutionalisierung der Physik an der Universität Wien legte den Grundstein für die internationale Wirksamkeit, die österreichische Physiker als wirkliche Mitglieder der Akademie der Wissenschaften bis 1914 entfalteten. Die Akademie bot ihnen durch ihre Periodika die Möglichkeit, die an der Universität Wien und anderen Hochschulen erbrachten Forschungsergebnisse rasch der internationalen Fachöffentlichkeit bekannt zu machen.

⁷⁵ Franz EXNER, Über Radiumforschung, in: Alm. 60 (1910), 405.

⁷⁶ Ebd., 426.

So wie sich die soziale Herkunft, der Aktionsradius und das Berufsbild der österreichischen Physiker im ausgehenden 19. Jahrhundert veränderte, erweiterte sich auch die Bedeutung der Akademie für die physikalische Forschung in Österreich: Sie blieb zwar die zentrale fächerübergreifende Kommunikations- und Publikationsplattform für die Universitäts- und Hochschulphysiker, etablierte sich aber zugleich auch als ein internationales Zentrum der Radioaktivitätsforschung mit erheblicher Strahlkraft in Europa. Infolge dieser Funktionserweiterung, die sich dem weitsichtigen Engagement führender Akademiefunktionäre, dem Zugriff auf eine Uranquelle und der Freigiebigkeit eines Wissenschaftsmäzens verdankte, stellte sich die Akademie zuerst im Fach Physik den internationalen Anforderungen an neue Formen wissenschaftlicher Produktion: Sie gründete ihr erstes Forschungsinstitut.