

Von geordneten Mengen bis zur Uranmaschine

Studien zur Entwicklung von Mathematik und Physik in ihren Wechselwirkungen

Die Entwicklung von Mathematik und Physik ist durch zahlreiche Verknüpfungen und wechselseitige Beeinflussungen gekennzeichnet.

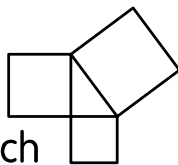
Die in dieser Reihe zusammengefassten Einzelbände behandeln vorrangig Probleme, die sich aus diesen Wechselwirkungen ergeben.

Dabei kann es sich sowohl um historische Darstellungen als auch um die Analyse aktueller Wissenschaftsprozesse handeln; die Untersuchungsgegenstände beziehen sich dabei auf die ganze Disziplin oder auf spezielle Teilgebiete daraus.

Karl-Heinz Schlote

Von geordneten Mengen bis zur Uranmaschine

Zu den Wechselbeziehungen zwischen
Mathematik und Physik an der Universität
Leipzig in der Zeit von 1905 bis 1945

Verlag
Harri
Deutsch 

Gedruckt mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie des Freistaates Sachsen (Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst)

Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch GmbH
Gräfstraße 47
60486 Frankfurt am Main
verlag@harri-deutsch.de
www.harri-deutsch.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-8171-1840-3

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches – oder von Teilen daraus – sind vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.

Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Der Inhalt des Werkes wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autor und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

1. Auflage 2008

©Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch GmbH, Frankfurt am Main, 2008

Druck: fgb – freiburger graphische betriebe <www.fgb.de>

Printed in Germany

Vorwort

Die vorliegende Studie knüpft unmittelbar an die im November 2004 in den *Abhandlungen* der Sächsischen Akademie (Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse) erschienene Publikation über die Entwicklung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Leipzig in den Jahren von der Universitätsreform um 1830 bis zur Einweihung des neuen Physikalischen Instituts 1904 an und setzt die dort begonnenen Untersuchungen für den Zeitraum bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs fort. Damit wird zugleich der erste, auf die Universität Leipzig bezogene Teil eines umfangreicheren Akademieprojektes zum Studium der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik in Deutschland im 19. und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts am Beispiel der mitteldeutschen Universitäten und Hochschulen abgeschlossen. Das erarbeitete Material und die daraus gezogenen Folgerungen sind in dreifacher Hinsicht von Bedeutung. Zum Ersten werden allgemeine Merkmale obiger Wechselbeziehungen an einem konkreten Einzelfall spezifiziert, zum Zweiten wird eine Basis geschaffen für eine vergleichende Analyse mit der Entwicklung an anderen Universitäten, aber auch für Reflektionen zur Genese der theoretischen Physik als wissenschaftliche Disziplin und zum Dritten ist das aufbereitete Material von universitätsgeschichtlicher Relevanz.

Die Auswertung von umfangreichen Archivmaterialien und das Studium der Originalliteratur bilden die Basis für diese Abhandlung. Mein Dank richtet sich deshalb zuerst an die Mitarbeiter/innen des Universitätsarchivs Leipzig, des Sächsischen Hauptstaatsarchivs Dresden und des Bundesarchivs Berlin für die Unterstützung bei der Archivarbeit sowie an die Mitarbeiter/innen der Universitätsbibliothek Leipzig, insbesondere der Zweigstellen Mathematik, Physik und Geowissenschaften, und der Bibliothek der Leopoldina Halle für die Bereitstellung und Beschaffung der zahlreichen Bücher und Zeitschriften. Der Kommission für Wissenschaftsgeschichte der Sächsischen Akademie gilt mein

Dank für die stete sachlich kritische Förderung der Arbeit an diesem Projekt. Durch die Unterstützung in organisatorischen und konzeptionellen Fragen hat sie zum termingemäßen Abschluss des Projektes beigetragen. Die Herren Professoren M. Folkerts, H. Kaden, A. Uhlmann und H. Wußing halfen mir darüber hinaus bei der Klärung verschiedenster Detailfragen und standen mir mit Rat und Tat zur Seite. In gleicher Weise danke ich Herrn Dr. M. Boerngen, Herrn Dr. M. Franke, Herrn Prof. Dr. H.-J. Girlich, Herrn Prof. Dr. B. Kirstein, Herrn Prof. Dr. Chr. Kleint, Herrn Prof. Dr. L. Kreiser, Herrn Prof. Dr. W. Purkert, Herrn Prof. Dr. H. Remane, Frau Dipl.-Math. M. Schneider, Herrn Doz. Dr. W. Schreier, Herrn Dr. K. Wappler und Herrn Prof. Dr. G. Wiemers für zahlreiche Hinweise und anregende Diskussionen zu einigen speziellen Fragestellungen. Die Durchführung der Studie wäre jedoch ohne eine entsprechende finanzielle Absicherung nicht möglich gewesen, mein Dank richtet sich daher in besonderer Weise an die staatlichen Geldgeber für die gewährte Förderung.

Einer besonderen Erwähnung und Erklärung bedarf die veränderte Publikationsform. Mit diesem Buch begründet der Harri Deutsch Verlag die Reihe *Studien zur Entwicklung von Mathematik und Physik in ihren Wechselwirkungen* und unterstreicht damit nachhaltig sein stetes Engagement auf dem Gebiet der Wissenschaftsgeschichte. Es ist mir eine große Freude, diese Reihe mit der Abhandlung zu Fragen der Entwicklung von Mathematik und Physik an der Leipziger Universität eröffnen zu dürfen. Für den Leser ist es sicher misslich, dass die beiden Teile der Studie an verschiedenen Orten erscheinen. Hierfür bitte ich um Verständnis. Die jetzt mit der Begründung der Reihe geschaffenen Rahmenbedingungen waren bei der Fertigstellung des ersten Manuskriptteils im Jahre 2003 nicht absehbar. Beide Teile sind jedoch als eigenständige Publikationen abgefasst und bedingen einander nur insofern, als in ihnen aufeinander folgende historische Zeitabschnitte betrachtet werden. Da die *Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig* in größeren Bibliotheken gut zugänglich und im Buchhandel erwerbbar sind, dürften dem Leser keine Probleme entstehen, falls er auch auf den ersten Teil zurückgreifen will. Den Vertretern des Verlages, besonders Herrn K. Horn, danke ich für die vertrauensvolle Zusammenarbeit und die umfassende, auch bei vielen Detailfragen stets verständnisvolle Unterstützung bei der Drucklegung des Buches.

In der Arbeit werden die Aktivitäten vieler Mathematiker und Physiker an der Universität Leipzig analysiert. Nur in Ausnahmefällen konnte in der Abhandlung jedoch der Werdegang der einzelnen Wissenschaftler über ihr Leipziger Wirkungsfeld hinaus angedeutet werden. Neben der im Text angegebenen biographischen Literatur sei der Leser für weitere biographische und bibliographische Angaben zu den einzelnen Gelehrten und deren Publikationen auf *J. C. Poggendorff Biographisch-literarisches Handwörterbuch der exakten Naturwissenschaften* verwiesen, das in den meisten wissenschaftlichen Bibliotheken leicht zugänglich ist. Im Text erfolgt der Hinweis auf die Literatur in den Fußnoten durch Angabe des Autors und des Erscheinungsjahres der Arbeit. Sind von dem Autor in einem Jahr mehrere Arbeiten publiziert worden, so wird an die Jahreszahl der Buchstabe a, b, oder c entsprechend der Reihenfolge im Literaturverzeichnis angefügt. Erstreckte sich die Publikation eines Werkes über mehrere Jahre, so wird in der Fußnote meist nur Jahr des Publikationsbeginns angegeben, entsprechend erfolgte auch die chronologische Einordnung im Literaturverzeichnis. Die Kolumnentitel in der Kopfzeile jeder Seite sollen dem Leser zur inhaltlichen Orientierung dienen, sie weichen deshalb vereinzelt von der jeweiligen Kapitelüberschrift ab.

Leipzig, Dezember 2007

Karl-Heinz Schlote

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundzüge der Entwicklung von Mathematik und Physik zu Beginn des 20. Jahrhunderts	5
2.1	Wichtige Trends in der Mathematik zu Beginn des 20. Jahrhunderts	6
2.2	Von der Quantenhypothese bis zur Quantenmechanik	10
2.3	Wandlungen im Wechselverhältnis von Mathematik und Physik	21
3	Die Veränderungen in der Personalstruktur bis zum Jahre 1914	31
3.1	Sachsen im Jahrzehnt vor dem Ersten Weltkrieg	31
3.2	Das neue Physikalische Institut und die Erweiterung des Lehrkörpers	34
3.3	Die Begründung einer Professur für Geschichte der Physik	38
3.4	Die Geophysik etabliert sich in Leipzig	43
3.5	Die Arbeit am Mathematischen Institut bis zum Jahre 1914	47
4	Der Erste Weltkrieg und die ersten Jahre der Weimarer Republik	57
4.1	Die Leipziger Physiker während und nach dem Ersten Weltkrieg	62
4.2	Die Hinwendung zur modernen theoretischen Physik	69
4.3	Die Neuprofilierung des Physikalischen Instituts	72

4.4	Die Veränderungen an den Lehrstühlen für Geophysik und Astronomie	82
4.5	Das Mathematische Institut in der Kriegs- und Nachkriegszeit	92
5	Die Vorlesungsaktivitäten zur mathematischen und theoretischen Physik in den Jahren 1905 – 1928	103
6	Das wissenschaftliche Leben auf den Gebieten der Mathematik und Physik sowie der angrenzenden Fächer	121
6.1	Wieners Ringen um einen einheitlichen Aufbau der Physik	121
6.2	Die Aktivitäten in den einzelnen Abteilungen des Physikalischen Instituts	133
6.3	Die Forschungen am Theoretisch- Physikalischen Institut	145
6.4	Neu und sogleich von Weltgeltung – die Geophysik in Leipzig	151
6.5	Von Neumann bis Lichtenstein – Kontinuität der mathematischen Physik?	156
6.6	Die Forschungen der außerordentlichen Professoren und Privatdozenten – Mengenlehre, Differentialgeometrie, Funktionentheorie, Zahlentheorie	175
6.7	Die fehlende Astrophysik – das Manko der Astronomie	187
6.8	Veränderungen in der Rolle der Sächsischen Akademie	191
7	Leipzigs Sternstunde in der theoretischen Physik und der bittere Niedergang	195
7.1	Veränderungen in den Wissenschaften	197
7.2	Die Profilierung des Physikalischen Instituts als Zentrum der theoretischen Physik	203
7.3	Das Geophysikalische Institut	233
7.4	Der mühsame Weg bei der Bewahrung der Tradition am Mathematischen Institut	238

7.5	Die Wiederbesetzung der Lichtenstein'schen Professur – die Rolle der angewandten Mathematik	245
7.6	Die Assistenten am Mathematischen Institut	253
7.7	Auseinandersetzungen um die Leitung des Mathematischen Instituts	257
7.8	Die Erneuerung des Instituts für Versicherungswissenschaft	261
7.9	Der schwere Stand der Astronomie	266
8	Das Lehrangebot in Mathematik und Physik in den Jahren 1928 – 1945	277
9	Mathematik und Physik in Leipzig – Vom sprudelnden Quell zum schwachen Rinnsal	293
9.1	Die Blüte der Leipziger theoretischen Physik	293
9.2	Die Aufklärung der Molekülstruktur – das zentrale Arbeitsthema von Debye und Hund	310
9.3	Die Erfolge der Abteilungen für technische Physik	320
9.4	Die Forschungen zur Kernspaltung und zur Uranmaschine	327
9.5	Die Forschungen am Geophysikalischen Institut	332
9.6	Kontinuität und Wandel in der Auseinandersetzung mit physikalischen Fragen – Lichtenstein und van der Waerden	335
9.7	Summenformeln, Uniformisierung Riemann'scher Mannigfaltigkeiten und Gruppentheorie – neue Resultate von O. Hölder bis Koebe	358
9.8	Die Beiträge der Leipziger Astronomen	368
9.9	Die Sächsische Akademie der Wissenschaften	370
10	Das Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik im Überblick	373

Literatur und Quellen	385
Abbildungsverzeichnis	423
Personenverzeichnis	427

1 Einleitung

«Die Arbeit des Mathematikers ist ... für den Physiker von grundlegender Bedeutung. Auf der anderen Seite erwachsen wiederum dem Mathematiker aus den Anregungen, die ihm die Physik bietet, reiche Aufgaben.»¹

“‘The theoretical physicist is the architect of that body of knowledge which the experimentalist is building for us.’ Since pure mathematics is the science of the exact, quantitatively storable abstract structures of relations, mathematics is the chief tool of the theoretical physicist, ‘so much so that he is often referred to as a mathematical physicist ...’”²

Die beiden Zitate thematisieren auf unterschiedliche Weise das wechselseitige Verhältnis von Mathematik und Physik. Sie zeigen, dass, obwohl dieses Verhältnis eine breite öffentliche Akzeptanz erfuhr und erfährt, es auch im 20. Jahrhundert inhaltlich sehr verschiedene Bestimmungen erhielt. Die Veränderungen dieser Wechselbeziehungen an der Universität Leipzig von dem Neubau des Physikalischen Instituts und der Einrichtung des Theoretisch-Physikalischen Instituts bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges in Detail zu verfolgen, ist der Gegenstand dieser Abhandlung. Sie schließt damit unmittelbar an die entsprechenden Untersuchungen für die Zeit von der Universitätsreform um 1830 bis zum Jahre 1904 an.³ Dabei wurden die inhaltlichen und methodischen Gesichtspunkte beibehalten, d. h. die Untersuchung konzentriert sich auf die Entwicklung der theoretischen und der mathematischen Physik sowie die mit der Mathematisierung der Physik verbundenen Probleme. Zur Analyse der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik werden für beide Disziplinen die Veränderungen im Lehrkörper, die Forschungen der einzelnen Hochschullehrer und die Vorlesungstätigkeit

¹ Lichtenstein 1923b, S. 148

² Schweber 1986, S. 66

³ Schlote 2004a

betrachtet.⁴ Die Studie beschränkt sich jedoch nicht auf den spezifischen Einzelfall der Leipziger Universität, sondern strebt die Einbettung in einen größeren Kontext an, so dass auf diese Weise eine Bewertung der Entwicklung in Leipzig möglich wird und die Unterschiede zum allgemeinen Trend klar erkennbar werden. Dies macht es notwendig, die internationale Entwicklung der theoretischen und mathematischen Physik einzuschätzen. Zwar beinhalten inzwischen mehrere historische Darstellungen auch einen Überblick über die Grundzüge und Schwerpunkte der Mathematik- bzw. Physikentwicklung im 20. Jahrhundert und für mehrere Teilgebiete liegen sorgfältige Detailrecherchen vor, das Verhältnis von theoretischer und mathematischer Physik zueinander bleibt darin aber am Rande bzw. wird nicht erörtert. Das umfassende, inzwischen klassische Werk von Jungnickel/McCormmach verfolgt die Geschehnisse nur bis etwa 1925. Gleichzeitig steht man einer Fülle von Publikationen gegenüber, die sich in mannigfacher Weise mit Aspekten der Geschichte der Relativitätstheorie und der Quantentheorie beschäftigen, also jenen beiden Gebieten der theoretischen Physik, die im 20. Jahrhundert neu entstanden und einen grundlegenden Wandel des physikalischen Weltbildes bewirkten.

Die Zitate am Kapitelanfang lassen auch erkennen, dass die schon von Ludwig Boltzmann (1844–1906) pauschal artikulierten Schwierigkeiten bei der Definition der theoretischen Physik weiterhin bestanden und vor allem zusammen mit der Begriffsbestimmung für die mathematische Physik und der Abgrenzung beider Gebiete ein grundlegendes Problem für die hier durchgeführte Analyse der Wechselbeziehungen darstellten. Bereits im ersten Teil der Untersuchungen war deutlich geworden, dass die Ursache für die Schwierigkeiten bei der Definition von theoretischer und mathematischer Physik im Anwachsen der Physik als Disziplin und dem sich erst allmählich herausbildenden Konsens, was der Gegenstand der neuen Teildisziplin theoretische Physik sein sollte, zu suchen war. Am Ende des gewählten Untersuchungszeitraumes dürfte dieser Konsens weitgehend erreicht worden sein, ohne dass er explizit in Definitionen festgeschrieben wurde, was nicht zuletzt wegen der durch die Kriegsforschung entstandenen Verzerrungen verständlich erscheint. Außerdem blieb ein gewisser Grenzbereich zwischen den beiden Gebie-

⁴ Vgl. Schlote 2004a, S. 6f.

ten, der von beiden Seiten bedient wurde. Eine mögliche Definition der theoretischen Physik bestimmt sie

“as ‘the invention and manipulation of concepts, using mathematics where necessary, to simplify the understanding of known physical phenomena, and to predict new phenomena.’”⁵

Obwohl diese Definition fast ein halbes Jahrhundert nach dem Ende des hier betrachteten Zeitraums formuliert wurde, so steht sie doch im Kontext der Physikentwicklung jener Zeit und kann daher als den damaligen Vorstellungen entsprechend angenommen werden. Auch für die mathematische Physik soll eine Beschreibung angeführt werden, die im Rückblick auf die im 20. Jahrhundert erfolgten Fortschritte und Veränderungen erfolgte. Danach besteht die Aufgabe der mathematischen Physik darin

“to understand the mathematical tools that physicists invented with phantastic intuition and which they used in a very stimulating but somewhat careless way from the point of view of a pure mathematician.”⁶

Nachdem in einem einleitenden Abschnitt die während der ersten Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts erzielten Fortschritte in der Mathematik und Physik sowie die grundlegenden Veränderungen im Wechselverhältnis der beiden Disziplinen skizziert werden und damit der Anschluss an die Untersuchungen des ersten Teils hergestellt wird, erfolgt die Analyse der Berufungspolitik am Physikalischen und am Mathematischen Institut sowie den Einrichtungen der Nachbardisziplinen Astronomie und Geophysik. Die Zulassungen zur Habilitation in den einzelnen Fächern und die institutionellen Veränderungen werden ebenso berücksichtigt wie das Wechselspiel von subjektiven, universitären und staatlichen Interessen, die bei einzelnen Berufungen zum Tragen kamen und die zeigen, ob und wie die allgemeinen Entwicklungstendenzen eine Rolle spielten und umgesetzt wurden. Die Ausführungen basieren vor allem auf der Auswertung der im Universitätsarchiv Leipzig, im Sächsischen Hauptstaatsarchiv Dresden und im Bundesarchiv Berlin vorhandenen Dokumente. Anschließend erfolgt eine Zusammenstellung

⁵ Schweber 1986, S. 57

⁶ Manin 1998, S. 41

und Bewertung der Vorlesungsaktivitäten, die für die theoretische bzw. mathematische Physik von Bedeutung waren. Als Grundlage dienten die gedruckten Vorlesungsverzeichnisse der Leipziger Universität. Die Auswahl gibt Auskunft, welche Themen der beiden Fachgebiete und in welchem Umfang in das Lehrangebot Eingang fanden und welche Schwerpunktsetzung dabei vorgenommen wurde. Einen breiten Raum nimmt dann die Diskussion der Forschungsleistungen der einzelnen Gelehrten ein, die den Gegenstand des sechsten Kapitels bildet. Die von dem Wissenschaftler bearbeiteten Themen lassen unter anderem erkennen, welchen Anteil die Forschungen zur theoretischen bzw. mathematischen Physik in seinem Schaffen hatten, ob er neue Ideen und Betrachtungsweisen einführte bzw. sogar neue Verknüpfungen zu bisher abseits liegenden Gebieten der Mathematik und Physik herstellte. In diesem Zusammenhang wird auch die Frage nach der Fortsetzung, der Ausdehnung, der Neubegründung oder des Abbruchs von Forschungstraditionen beantwortet, die natürlich in enger Verbindung mit der betriebenen Berufungspolitik stand. Nach der gleichen Grundgliederung wird in den Kapiteln 7, 8 und 9 die Entwicklung in der Zeit von 1928 bis 1945 präsentiert. Die gewählte Unterteilung des gesamten Zeitabschnitt soll zum einen die Übersicht erleichtern, zum andern sprechen inhaltliche Gründe dafür. Mit der Neubesetzung der beiden Physikordinarien im Jahre 1927 vollzog sich ein grundlegender Wandel am Physikalischen Institut, durch den Leipzig rasch zu einem Zentrum der theoretischen Physik aufstieg. Ein zweiter durchgreifender Unterschied zu dem ersten Zeitabschnitt war die Errichtung des nationalsozialistischen Regimes 1933, das fortan der Wissenschaftsentwicklung seinen Stempel aufdrückte und insbesondere den Aufschwung der Leipziger Physik beendete.

Der Endpunkt des gesamten Untersuchungszeitraums erklärt sich aus der Tatsache, dass durch die weitgehende Zerstörung der Gebäude und Ausrüstungen und die großen Personalverluste ein völliger Neubeginn notwendig war, der unter schwierigen, völlig veränderten politischen und ökonomischen Bedingungen durchgeführt werden musste. Unbestritten hält auch die Nachkriegsentwicklung etwa bis zum Mauerbau 1961 oder zur Hochschulreform Ende der 60er Jahre interessante Einsichten in die Gestaltung des Wechselverhältnisses zwischen Mathematik und Physik an der Leipziger Universität bereit, doch muss diese Analyse auf Grund des vorgegebenen Zeitrahmens für das Gesamtprojekt späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

2 Grundzüge der Entwicklung von Mathematik und Physik zu Beginn des 20. Jahrhunderts

Der als Anfangspunkt gewählte Umzug der Physiker in ein neues modernes Institut (1904) und der Mathematiker in die zum Mathematischen Institut umgestalteten Räumlichkeiten des alten Physikalischen Instituts (1905) stellte für die Entwicklung dieser beiden Disziplinen an der Leipziger Universität einen wichtigen Markstein dar, im großen Gefüge der Entwicklung der beiden Disziplinen war das Ereignis marginal. Mathematik wie Physik befanden sich zu diesem Zeitpunkt in Umgestaltungsphasen, die das Bild beider Fachgebiete grundlegend veränderten. Diese Wandlungsprozesse hatten in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts begonnen und fanden Anfang der 20er Jahre des 20. Jahrhunderts einen ersten Abschluss. Der Endpunkt ist jedoch in beiden Disziplinen kaum inhaltlich determiniert, sondern maßgeblich durch die Auswirkungen des Ersten Weltkriegs auf die internationale Forschung bestimmt. Eine inhaltliche Veränderung trat insofern ein, als bei dem Neubeginn und Aufschwung nach dem Ersten Weltkrieg konsequent das Vorkriegsniveau als Ausgangspunkt für die Forschung gewählt wurde. Um ein möglichst problemloses Anknüpfen an die Darlegungen des ersten Teils⁷ zu gewährleisten, erscheint es notwendig, die dort begonnene Beschreibung des sich in Mathematik und Physik vollziehenden Umbruchs aufzugreifen und bis zur Mitte der 20er Jahre des 20. Jahrhunderts fortzuführen.

⁷ Schlote 2004a

2.1 Wichtige Trends in der Mathematik zu Beginn des 20. Jahrhunderts

Die drei großen bestimmenden Entwicklungstendenzen in der Mathematik am Ausgang des 19. Jahrhunderts – die Herausbildung der Mengenlehre und die mengentheoretische Durchdringung der Mathematik, die Etablierung der mathematischen Logik und die verstärkte Betonung eines logisch exakten Aufbaus der mathematischen Theorien sowie die Weiterentwicklung der axiomatischen Methode und die Entstehung des strukturellen Denkens – wirkten unvermindert fort und sollen durch einige Details für das erste Viertel des 20. Jahrhunderts ergänzt werden. Mit der Formulierung von 23 Problemen hatte David Hilbert (1862–1943) in seinem Vortrag auf dem II. Internationalen Mathematiker-Kongress in Paris im Jahre 1900 die zentralen Forschungsrichtungen für die folgenden Jahrzehnte markiert. Zugleich hatte er für die Einheit der Mathematik plädiert und wesentliche Gedanken zum Verhältnis von Mathematik und Naturwissenschaften vorgestellt. Nachdrücklich unterstrich er seine Überzeugung von der Lösbarkeit eines jeden mathematischen Problems. Ohne die anderen Gebiete völlig auszublenden sollen im Folgenden aus der Vielzahl von Einzelergebnissen beispielhaft einige Themenkomplexe genannt werden, die mit Blick auf die Physik von besonderer Relevanz waren.

Als erstes seien jene Entwicklungen erwähnt, die mit der Entstehung der Funktionalanalysis im Zusammenhang standen. Die Anregung aus der Fredholm'schen Integralgleichungstheorie aufgreifend, baute Hilbert in sechs berühmt gewordenen Abhandlungen über Integralgleichungen diesen Ansatz zwischen 1904 und 1910 unter einem algebraische und analytische Aspekte zusammenfassenden Gesichtspunkt systematisch aus. Seine Schüler, vor allem Frigyes (Friedrich) Riesz (1880–1956) und Erhard Schmidt (1876–1959), verallgemeinerten die Sätze und Methoden über den Hilbert'schen Folgenraum hinaus auf weitere Funktionenräume. Gleichzeitig führte Schmidt eine geometrische Sprechweise in die Theorie der Hilbert-Räume ein und Riesz definierte mit Hilfe seines Satzes zur Darstellung linearer Funktionale im Raum der zur p -ten Potenz Lebesgue-summierbaren Funktionen die adjungierten Operatoren in diesen Räumen. All diese Untersuchungen ließen die Bedeutung der ab 1902 von Henri Lebesgue (1875–1941) ge-

schaffenen neuen Maß- und Integrationstheorie deutlicher hervortreten, die fortan fest mit der Funktionalanalysis verbunden blieb und ihrerseits außerdem die Lösung mehrerer klassischer Probleme der Analysis lieferte. Einen zweiten Ausgangspunkt bildete das vorrangig von französischen Mathematikern unternommene Studium reeller Funktionen mit Hilfe der neuen Einsichten in die Mengenlehre und die Maßtheorie. Mit der Begründung der Theorie metrischer Räume durch Maurice Fréchet (1878 – 1973) im Jahre 1906 ging eines der bedeutendsten Ereignisse in der Herausbildung der Funktionalanalysis aus diesem Kontext hervor. Diese Entwicklungslinie führte dann u. a. 1914 zur abstrakten mengentheoretischen Einführung der topologischen Räume durch Felix Hausdorff (1868 – 1942), die die mathematische Fundierung für verschiedene Vorstellungen in der Quantenmechanik liefern sollte. Hausdorff vereinigte unter diesem allgemeinen Rahmen in seiner fundamentalen Monographie *Grundzüge der Mengenlehre* die Ergebnisse von allgemeiner Mengenlehre (Theorie der transfiniten Zahlen und Ordnungstypen), Theorie der Punktmengen sowie Maßtheorie und lieferte erstmals eine systematische Entwicklung der Theorie metrischer Räume.⁸

Einen weiteren Markstein bei der Herausarbeitung wichtiger Ideen der Funktionalanalysis stellte 1922 die Arbeit von Stefan Banach (1892 – 1945) dar, in der er die Theorie der linearen normierten Räume axiomatisch aufbaute, damit eine einheitliche Methode für die lineare Funktionalanalysis entwickelte und mehrere zentrale Sätze der Theorie bewies. Insgesamt gelang es den Mathematikern im Rahmen der Funktionalanalysis, insbesondere der Operatorentheorie, zahlreiche konkrete mathematische Fragestellungen zu verallgemeinern, unter einheitlichen Gesichtspunkten zu behandeln und effiziente Lösungsmethoden zu entwickeln. Dabei kam es häufig zu einem Durchdringen mit anderen Teilgebieten der Mathematik wie Topologie, Algebra und Geometrie und zu einer Übernahme sowie funktionalanalytischen Weiterentwicklung von deren Methoden. Für eine ausführliche Darstellung sei auf [Siegmond-Schultze 1978, 1982] und [Dieudonné 1981] verwiesen. Da viele physikalische Phänomene mit Hilfe von Differentialgleichungen

⁸ Hausdorff 1914. Zur historischen Einordnung und zur Wirkungsgeschichte des Werkes sei auf die historische Einführung und die umfassende Kommentierung bei dessen Wiederabdruck im Rahmen der *Gesammelten Werke* Hausdorffs, [Hausdorff 2002], Bd. II, verwiesen.

beschrieben werden, waren die durch die Funktionalanalysis bewirkten Fortschritte hinsichtlich der Lösung von Differentialgleichungen für die Physik von besonderem Interesse.

Ein weiterer wichtiger Schritt war die Herausbildung der abstrakten Algebra. Auch hier handelte es sich um die Fortsetzung einer bereits bestehenden Tendenz. Charakteristisch für die ersten Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts ist die Tatsache, dass nun die axiomatische Definition der algebraischen Grundobjekte wie Gruppe, Körper, Ring, hyperkomplexes System (Algebra) und Modul zur vollen Entfaltung kam. Zugleich wurden diese Objekte als eigenständige Untersuchungsgegenstände aufgefasst und mit den Forschungen zu deren Struktur vollzog sich ein grundlegender Wandel der Algebra, der dann ihr neues Bild als Strukturtheorie wesentlich prägte. Die abstrakte Auffassung der algebraischen Objekte eröffnete insbesondere den Weg, um durch sie physikalische Größen darzustellen und algebraische Methoden in die Beschreibung physikalischer Vorgänge einfließen zu lassen. Beispielgebend waren die Arbeiten von Ernst Steinitz (1871–1928) 1910 zur Körpertheorie und von Emmy Noether (1882–1935) zur Ideal- und Modultheorie 1921 bzw. 1926. Weitere wichtige Impulse lieferten die Resultate von Joseph H. Maclagan Wedderburn (1888–1948) zur Struktur hyperkomplexer Systeme 1908, Abraham Fraenkel (1891–1965) zur Ringtheorie 1914, aber auch die zahlreichen Ergebnisse zur Darstellungstheorie verdienen erwähnt zu werden. Die Entwicklung der abstrakten modernen Algebra war zunächst eine Domäne deutscher Mathematiker und wurde vor allem durch das Wirken von Emil Artin (1898–1962), E. Noether und ihrer Schüler vorangetrieben und dann zu Beginn der 30er Jahre zu einer ersten systematischen Darstellung gebracht.

Die Differentialgeometrie in n -dimensionalen Räumen rückte speziell durch die Relativitätstheorie in den Blickpunkt der Physiker. Hier ist die klare Interpretation der Speziellen Relativitätstheorie, die 1908 Hermann Minkowski (1864–1908) der Theorie in einer vierdimensionalen Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit gab, ebenso zu nennen wie die Definition der Parallelverschiebung in einer Riemann'schen Mannigfaltigkeit durch Tullio Levi-Civita (1873–1941) (1917) und die Arbeiten von Hermann Weyl (1885–1955) und Élie Cartan (1869–1951) zur Theorie dieser Mannigfaltigkeiten. Die Fortschritte in der Anwendung des Vektor- und Tensoralküls gehören ebenfalls in diesen Kontext.

Schon im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts hatten durch die Thermodynamik und die Bemühungen zu ihrer Begründung Statistik und wahrscheinlichkeitstheoretische Überlegungen einen größeren Stellenwert für die Physik erhalten. Dies setzte sich nach der Jahrhundertwende fort und sollte durch die Forschungen zur Atomphysik noch verstärkt werden. Von großer Bedeutung waren die Formulierung des Konzepts der Markow'schen Kette und die ersten Ansätze zu einer Theorie stochastischer Prozesse sowie der Beweis von Grenzwertsätzen, die u. a. die Konvergenz von Verteilungen standardisierter Summen unabhängiger Zufallsgrößen gegen die Normalverteilung behandelten. Die Theorie der stochastischen Prozesse, die wegen der zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten in den Naturwissenschaften den Aufschwung der Wahrscheinlichkeitsrechnung nachhaltig stimulierte, wurde in den folgenden Jahrzehnten speziell durch die russisch-sowjetische Schule um Andrej N. Kolmogorov (1903–1987) und Aleksandr Ja. Chinčin (1894–1959) weiterentwickelt. Ein wichtiges Thema war auch die Begründung der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Hierbei ist vor allem die Realisierung der von verschiedenen Mathematikern hervorgebrachten Idee zu nennen, die Wahrscheinlichkeit als additives Maß zu betrachten, die Émile Borel (1871–1956) glaubte, 1909 erstmals konsequent durchgeführt zu haben.⁹ Eine Dekade später legte Richard von Mises (1883–1953) eine alternative Begründung auf der Basis einer Häufigkeitsinterpretation der Wahrscheinlichkeit vor, die aber erst in den 60er Jahren durch Einbeziehung der Algorithmentheorie ihre volle Bedeutung erlangte. Trotz all dieser Fortschritte stand die «heroische Periode» der Wahrscheinlichkeitsrechnung mit der Schaffung neuer Begriffe und Methoden sowie der ersten axiomatischen Begründung der Theorie durch Kolmogorov erst noch bevor und fällt in den nachfolgenden Zeitabschnitt.

Die mit Blick auf die Physik hervorgehobenen Gebiete erfassen nur einen Teil der Entwicklung in der Mathematik. Die Fortschritte der Mathematik im ersten Viertel des 20. Jahrhunderts waren viel umfangreicher als hier angedeutet werden konnte. Die Mengenlehre und die logischen Grundlagendiskussionen wären ebenso noch zu nennen wie die bedeutenden Resultate in Funktionen- bzw. Zahlentheorie sowie in Geometrie und Topologie. Natürlich wurden auch auf den traditionell

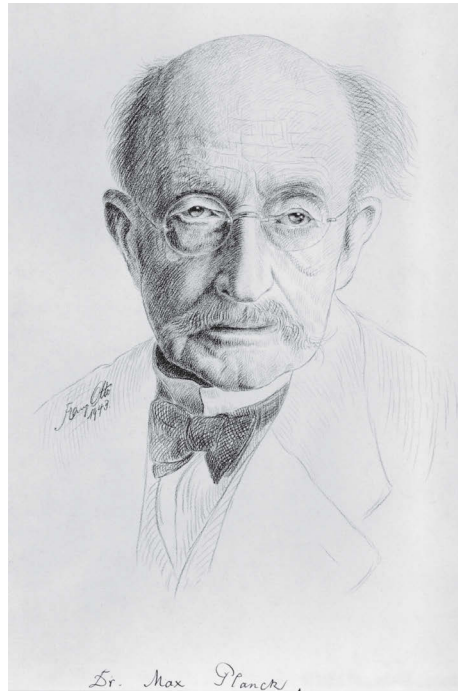
⁹ Borels Darlegungen waren jedoch nicht ganz präzise. Vgl. dazu [Chatterji 2002], S. 789

eng mit der Physik verbundenen Teilgebieten der Analysis, wie der Theorie der reellen Funktionen, den Differentialgleichungen und der Potentialtheorie, unabhängig von den mit der Funktionalanalysis im Zusammenhang stehenden Einsichten neue Ergebnisse erreicht. Die Mathematik erfuhr also insgesamt in den beiden Jahrzehnten eine beträchtliche Erweiterung und Vertiefung, indem neue Gebiete hinzukamen und bereits bekannte Resultate und Methoden detaillierter erforscht wurden. Dies ließ primär den Eindruck einer zunehmenden Verästelung der Mathematik entstehen, bei der es für viele Fachvertreter nicht mehr möglich war, den Überblick über das Gesamtgebiet zu behalten. Es muss aber betont werden, dass es zahlreiche Verbindungen und wechselseitige Einflüsse zwischen den einzelnen Teilen gab und dass die Entstehung verschiedener neuer abstrakter Theorien insbesondere auch mit einer integrativen Tendenz verknüpft war.

2.2 Von der Quantenhypothese bis zur Quantenmechanik

Ähnlich wie in der Mathematik, so stellte das Jahr 1905 auch in der Entwicklung der Physik keinen Wendepunkt dar, wohl aber durch die drei in diesem Jahr erschienenen Arbeiten von Albert Einstein (1879 – 1955) einen Markstein. Das ausgehende 19. Jahrhundert hatte mit den verschiedenen experimentellen Entdeckungen der Strahlungsphysik neue Probleme aufgeworfen, die einer theoretischen Erklärung harren und die Grenzen der bisherigen Anschauungen deutlich machten. Mit seiner berühmten Quantenhypothese hatte Max Planck (1858 – 1947) im Jahre 1900 eine neue Herleitung für die von ihm korrigierte Wien'sche Formel für die Strahlung eines schwarzen Körpers gegeben und mit der These, dass die Energie nur in kleinen, aber festen Portionen abgestrahlt werden kann, «etwas ganz Neues, bis dahin Ungehörtes» geäußert, «das berufen schien, unser physikalisches Denken, ... von Grund aus umzugestalten».¹⁰ Dabei galt das Wirkungsquantum zunächst nur als eine Größe, die die Emission und Absorption der Energie in endlichen Beträgen beschrieb. Erst allmählich wurde die grundlegende Bedeutung des Planck'schen Wirkungsquantums klar. Planck hat selbst versucht, eine

¹⁰ Planck 1958, S. 127

**Abbildung 2.1**

Max Planck, ordentlicher Professor der Physik an der Berliner Universität 1892–1926, Begründer der Quantenhypothese

Erklärung der Strahlungsformel im Rahmen der klassischen Theorie zu geben und hat den Erkenntnisfortschritt später z. B. in seinem Vortrag zur Verleihung des Nobel-Preises und in seiner Selbstbiographie klar beschrieben:

«Meine vergeblichen Versuche, das Wirkungsquantum irgendwie der klassischen Theorie einzugliedern, erstreckten sich auf eine Reihe von Jahren und kosteten mich viel Arbeit. Manche Fachgenossen haben darin eine Art Tragik erblickt. Ich bin darüber anderer Meinung. Denn für mich war der Gewinn, den ich durch solch gründliche Aufklärung davontrug, um so wertvoller. Nun wußte ich ja genau, daß das Wirkungsquantum in der Physik eine viel bedeutendere Rolle spielt, als ich anfangs geneigt war anzunehmen, und gewann dadurch ein volles Verständnis für die Notwendigkeit der Einführung ganz neuer Betrachtungs- und Rechnungsmethoden bei der Behandlung atomistischer Probleme. Der Ausbildung solcher Methoden, bei der ich selber nun allerdings nicht mehr mitwirken konnte, dienten vor allem die Arbeiten von *Niels Bohr* und *Erwin Schrödinger*. Ersterer legte mit seinem Atommodell und mit seinem Korrespondenzprinzip den

Grund zu einer sinngemäßen Verknüpfung der Quantentheorie mit der klassischen Theorie. Letzterer schuf durch seine Differentialgleichung die Wellenmechanik und damit den Dualismus zwischen Welle und Korpuskel.»¹¹

Als Erster erweiterte Einstein 1905 mit seiner Photonenhypothese die Anwendung der Quantenvorstellungen über die Strahlungsformel hinaus. Zur Erklärung des lichtelektrischen Effekts (Photoeffekt) nahm er an, dass das Licht aus Photonen¹², d. h. aus Lichtquanten, besteht, die sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegen und wichtige Eigenschaften von Teilchen besitzen. Beim Auftreffen der Photonen auf die Metallelektrode wird deren Energie auf Elektronen des Metalls übertragen und diese aus der Oberfläche herausgelöst. Mit Einsteins Hypothese konnte nun einleuchtend erklärt werden, warum die Energie der emittierten Elektronen (Photoelektronen) von der Frequenz des einfallenden Lichtes abhing. 1907 übertrug Einstein die Quantenvorstellung auf die Wärmetheorie und entwickelte seine Quantentheorie der spezifischen Wärme. Als eine Folgerung ergab sich die Voraussage, dass die Wärmekapazität fester Körper im absoluten Nullpunkt verschwindet, was mit Nernsts Wärmetheorie und dessen Versuchsergebnissen übereinstimmte, wie beide Gelehrte später in der Diskussion ihrer Theorien feststellten.

Mit diesen unerwarteten auf der Basis der Quantenhypothese geknüpften Verbindungen zwischen verschiedenen physikalischen Erscheinungen schuf Einstein wichtige Anreize, um das Interesse der Physiker an dieser Theorie zu wecken. Doch neben den neuen Erklärungen, die die Quantenhypothese für eine Reihe von physikalischen Erscheinungen eröffnete, blieb der Zweifel, ob die Prozesse, die man bisher als kontinuierlich angesehen hatte, nun durch die Einführung einer Diskontinuität adäquat erfasst werden konnten. Dieser Zwiespalt trat 1911 deutlich hervor, als sich auf Einladung des Industriellen Ernest Solvay (1838 – 1922) die führenden europäischen Vertreter der Physik und der angrenzenden Gebiete in Brüssel versammelten, um den Entwicklungsstand der theoretischen Physik und das Für und Wider der Quantenhypothese zu erörtern. In seiner Eröffnungsansprache charakterisierte Hendrik Antoon Lorentz (1853 – 1928) die Quantenhypothese als einen wunderbaren Lichtstrahl, der aus der Sackgasse herausführen

¹¹ Planck 1958, S. 397

¹² Einstein sprach noch von Energiequanten.

könnte, in der man sich zu befinden glaubte, «da die alten Theorien nicht mehr die Kraft haben, die Dunkelheit, die uns von allen Seiten umschließt, zu durchdringen.»¹³ Er fuhr dann aber fort, dass «diese neue Idee bei all ihrer Schönheit ernste Bedenken» erwecke, und nannte als Programm der Konferenz, die Unvollkommenheit der alten Theorien deutlich aufzuzeigen und alle mit der Quantenhypothese verbundenen systematischen Untersuchungen und kühnen Hypothesen zu prüfen, um sich «eine möglichst klare Vorstellung von dem Grad der Wahrscheinlichkeit der einzelnen Hypothesen zu bilden».¹⁴

In den einzelnen Berichten referierten Lorentz, Einstein, Planck, Arnold Sommerfeld (1868 – 1951) u. a. über die Theorie der spezifischen Wärme, die Gesetze der Wärmestrahlung, die kinetische Theorie und die Eigenschaften idealer Gase, die Existenz von Molekülen (Molekularhypothese), die Veränderung des elektrischen Widerstands bei tiefen Temperaturen (Supraleitung), die Anwendung der Quantenhypothese auf unperiodische Molekularprozesse der Physik und die Theorie des Magnetismus. Erwartungsgemäß brachten die Beratungen einen Austausch von zahlreichen Argumenten, eine Klärung der Grundfrage ergab sich nicht. Während für Marcel Brillouin (1854 – 1948) die Einführung einer sich sprunghaft ändernden Größe notwendig erschien und nur noch offen war, wie dies geschehen und mit der klassischen Theorie in Einklang gebracht werden konnte, plädierte Henri Poincaré (1854 – 1912) noch dafür, bevor «man Diskontinuitäten einführt, die uns zum Verlassen der gebräuchlichen Darstellungsart der Naturgesetze als Differentialgleichung zwingen würden», zu versuchen, die Idee der stetigen Energieänderungen bei den Atomschwingungen beizubehalten und dafür die Gesetze der reinen Mechanik für die extremen Fälle zu modifizieren.¹⁵

In den folgenden Jahren rangen die Physiker weiter um eine logisch widerspruchsfreie Fundierung der Quantentheorie, Erfolge waren jedoch, wie Arnold Eucken (1884 – 1950) in seinem Bericht *Die Entwicklung der Quantentheorie vom Herbst 1911 bis zum Sommer 1913*¹⁶ feststellte, zunächst vor allem bei der experimentellen Prüfung der Planck'schen

¹³ Eucken 1914, S. 5

¹⁴ Eucken 1914, S. 6

¹⁵ Eucken 1914, S. 365 – 367

¹⁶ Eucken 1914, S. 371 – 405

Strahlungsformel und deren Anwendung zu verzeichnen. In Euckens Bericht werden übrigens Bohrs Arbeiten zum Atombau, denen Planck in dem obigen Zitat eine wichtige Rolle bei der Durchsetzung der Quantenhypothese zuwies, nicht erwähnt.

Die Frage nach dem Aufbau der Atome war eine weitere zentrale Fragestellung der physikalischen Forschung, die um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert durch die ausstehende bzw. ungenügende Erklärung der zahlreichen experimentellen Daten in den Blickpunkt der Physiker rückte. Nach ersten Ansätzen von William Thomson (Lord Kelvin) (1824 – 1907) und Joseph J. Thomson (1856 – 1940) stellte Ernest Rutherford (1871 – 1937) 1911, u. a. in Auswertung des Streuverhaltens von Alphateilchen beim Durchgang durch Metallfolien, ein neues Atommodell auf. Er ging von einer Konzentration der Hauptmasse des Atoms und der positiven Ladung auf kleinem Raum um den Mittelpunkt aus und dieser Atomkern wurde von den Elektronen umkreist analog zur Planetenbewegung um ein Zentralgestirn. Während jedoch die früheren Modelle noch ganz auf der klassischen Physik basierten, widersprach das Rutherford'sche Modell in wichtigen Fragen wie der Stabilität der Atome oder dem Zusammenhang zwischen der Umlauffrequenz der Elektronen und der Frequenz der vom Atom ausgesandten Spektrallinien dieser Theorie. Akzeptierte man also Rutherfords Schlussfolgerungen, so brauchte man ein neues Erklärungsschema für die im Atom ablaufenden Prozesse.

Ein solcher, von Rutherford offenbar nicht bemerkter Ansatz war 1910 von Arthur Erich Haas (1884 – 1941) noch auf der Basis des Modells von J. J. Thomson ausgearbeitet worden.¹⁷ Er stellte einen Zusammenhang zwischen dem Planck'schen Wirkungsquantum und den elementaren Größen dieses Atommodells her und konnte auf dieser Basis den Grundzustand eines Wasserstoffatoms beschreiben, indem er die in der Elektronentheorie auftretenden Elementargrößen berechnete. Damit wandte Haas die Quantenhypothese erstmals in Betrachtungen über den Atombau an. Doch während diese Vorstellungen von seinen Wiener Kollegen zunächst nicht ernst genommen und fast als Scherz betrachtet wurden, war für andere die Verknüpfung des Wirkungsquantums mit den Fragen des Atombaus nicht abwegig. Sommerfeld setzte sich in seinem

¹⁷ Haas 1910

Bericht auf dem Solvay-Kongress in einer kurzen Passage kritisch mit der Haas'schen Arbeit auseinander und kam, die universelle Bedeutung des Wirkungsquantums betonend, zu dem Schluss:

«Vielmehr möchte ich den umgekehrten Standpunkt bevorzugen: das \hbar nicht aus den Moleküldimensionen zu erklären, sondern die Existenz der Moleküle als eine Funktion und Folge der Existenz eines elementaren Wirkungsquantums anzusehen. ... Viel nützlicher wird es sein, die \hbar -Hypothese in ihren mannigfachen Konsequenzen zu verfolgen und andere Erscheinungen darauf zurückzuführen. Wenn, wie kaum zu bezweifeln, unsere Physik einer neuen Grundhypothese bedarf, die dem elektromagnetischen Weltbilde als neu und fremdartig hinzuzufügen ist, so scheint mir dazu die Hypothese des Wirkungsquantums vor anderen berufen.»¹⁸

Derartige Überlegungen bildeten dann für Niels Bohr (1885–1962) zusammen mit den während eines Studienaufenthaltes bei Rutherford erhaltenen Anregungen den Ausgangspunkt bei der Schaffung seines Atommodells, das er 1913 publizierte.¹⁹ Für dieses Atommodell formulierte er Postulate, die mit einigen Vorstellungen der klassischen Physik brachen und das Modell Rutherfords mit der Quantenhypothese verknüpften. Nach Bohr sollten sich die Elektronen nur auf bestimmten stabilen Bahnen um den Atomkern bewegen und bei diesem Umlauf keine Energie abstrahlen. Diese Bahnen entsprachen gewissen Energieniveaus und ein Atom konnte nur Strahlung emittieren bzw. absorbieren, wenn ein Elektron auf eine andere Bahn mit niedrigerer bzw. höherer Energie sprang. Die Differenz zwischen den beiden Energieniveaus lieferte die mit dem Wirkungsquantum multiplizierte Frequenz der abgegebenen bzw. aufgenommenen Strahlung (Bohr'sche Frequenzbedingung). Mit seiner Theorie konnte Bohr dann u. a. die Balmer-Serie für das Wasserstoffatom ableiten und in den Spektren ferner Sterne einige Spektrallinien korrekt dem ionisierten Helium zuordnen, nachdem bisher Wasserstoff als Ursache angenommen worden war. Neben der Erklärung der diskreten Energiezustände war dies eine der bedeutendsten Leistungen von Bohrs Theorie. Ein weiterer Höhepunkt war schließlich die Deutung des Periodensystems der Elemente. Mit Hilfe seines Aufbauprinzips, das das Einfangen und die Bindung der Elektronen in dem

¹⁸ Eucken 1914, S. 290

¹⁹ Bohr 1913



Abbildung 2.2

Niels Bohr, Professor für theoretische Physik an der Universität Kopenhagen 1916–1956

den Atomkern umgebenden Kraftfeld regelte, konnte er erstmals die chemischen Ähnlichkeiten der Lanthanoiden (Seltenenerdmetalle) aus dem Atombau erklären und einen ähnlichen Effekt für die Elemente ab der Ordnungszahl 89 (Actanoide) voraussagen.

Die Forderung, dass sich die Elektronen im Atom stationär um den Atomkern bewegen und dabei keine Energie abstrahlen sollten, widersprach den Gesetzen der Elektrodynamik und stieß bei vielen Physikern auf heftigen Widerspruch. Bohr mühte sich in der Folgezeit, die Theorie zu verbessern, wichtige Fragen hinsichtlich des Verhältnisses zur klassischen Physik zu klären und die Anwendbarkeit auf Systeme mit mehreren Freiheitsgraden auszudehnen. Insbesondere von Sommerfeld und dessen Schülern erhielt er dabei wesentliche Unterstützung. Sommerfeld, der bereits bei seinen Forschungen zur Elektronentheorie und zu verschiedenen Effekten mit Röntgenstrahlen die Einbeziehung der Quantenhypothese befürwortet hatte, begann noch im Wintersemester 1913/14 sich intensiv mit der neuen Theorie zu beschäftigen und baute sie, unterstützt von seinen Schülern, innerhalb eines Jahres zu einer umfassenden Theorie der Spektrallinien aus. Für die Bewegung der Elektronen nahm er statt Kreis- Ellipsenbahnen an, was die Unterscheidung



Abbildung 2.3

Arnold Sommerfeld, ordentlicher Professor für theoretische Physik an der Universität München 1906–1938

mehrerer möglicher Bahnen gestattete und schließlich zur Erklärung der Feinstruktur der Spektren führte. Wesentlichen Anteil daran hatte Walther Kossel (1888–1956), der ein enger Mitstreiter Sommerfelds beim Studium der Röntgenspektren war und bereits 1914 grundlegende Vorstellungen zur Emission der Röntgenstrahlen entwickelte. Ausgehend von einer Vorlesung im Wintersemester 1916/17 fasste Sommerfeld dann den aktuellen Erkenntnisstand in der Atomtheorie in einem ersten Lehrbuch *Atombau und Spektrallinien*²⁰ zusammen, das bald als «Bibel der Atomphysik» angesehen wurde.

Im Rahmen dieser Forschungen konnten er und seine Schüler eine Erklärung für verschiedene wichtige Effekte geben, so schuf er 1916 zusammen mit Peter Debye (1884–1966) die Theorie des normalen Zeeman-Effekts. Paul Epstein (1883–1966) behandelte im gleichen Jahr unabhängig von Karl Schwarzschild (1873–1916) den Stark-Effekt der Aufspaltung der Spektrallinien im elektrischen Feld und Wojciech (Adalbert) Rubinowicz (1889–1974) formulierte eine Auswahlregel für die

²⁰ Sommerfeld 1919

Quantenübergänge im Atom. Gleichzeitig ergab sich durch die experimentellen Arbeiten von James Franck (1882–1964) und Gustav Hertz (1887–1975) sowie von Henry G. J. Moseley (1887–1915) und deren theoretischer Deutung eine Bestätigung der Bohr-Sommerfeld'schen Theorie. Der Ausbau des Atommodells ließ aber zugleich dessen Schwächen deutlicher hervortreten. Die Postulate Bohrs harrten immer noch einer theoretischen Begründung, das Verständnis der Vorgänge von Strahlungsemission und -absorption wies noch zahlreiche Lücken im Detail auf, die aus den Bohr'schen Postulaten gefolgerten Regeln mussten meist korrigiert werden und trotz aller Weiterentwicklungen stieß die Theorie schon bei der Behandlung des Heliumatoms an seine Grenzen. Das Grundproblem bestand letztlich darin, dass in der Bohr-Sommerfeld'schen Theorie klassische und quantenmechanische Prinzipien vermischt wurden, die anstehenden Fragestellungen aber auf diese Weise nicht befriedigend beantwortet werden konnten. Bohr hat diesen Anfang der 20er Jahre immer deutlicher hervortretenden Zustand der Theorie 1922 in einem Zyklus von mehreren Überblicksvorträgen während der sog. «Bohr-Festspiele» in Göttingen klar beschrieben. Zur Lösung des Problems waren offenkundig neue theoretische Ansätze notwendig, die nach Werner Heisenberg (1901–1976) darin bestanden, zu versuchen, nur «Beziehungen zwischen prinzipiell beobachtbaren Größen» für den Aufbau der Theorie heranzuziehen.²¹ Die mathematische Umsetzung der Ideen Heisenbergs führte dann zur Matrizenmechanik, deren Ausarbeitung dieser zusammen mit Max Born (1882–1970) und Pascual Jordan (1902–1980) 1925 vornahm. Parallel dazu schuf Erwin Schrödinger (1887–1961) mit der Wellenmechanik einen zweiten Zugang zur Behandlung quantenmechanischer Fragen, dem im Winter 1925/26 Paul Dirac (1902–1984) einen weiteren mit seiner Theorie der q -Zahlen hinzufügte.

Das Rutherford-Bohr'sche Atommodell lieferte eine erste Erklärung für eine ganze Reihe von Erscheinungen, die mit der Physik der Atomhülle bzw. des Atomkerns zusammenhingen. Damit war aber zugleich die völlig neue Einsicht verbunden, dass es in der Natur die Möglichkeit gab, Elemente ineinander umzuformen, wie es durch die radioaktiven Zerfallsprozesse belegt wurde. Die erste, 1919 von Rutherford

²¹ Heisenberg 1925, S. 879

durchgeführte künstliche Umwandlung eines Elements war ein weiteres herausragendes Ereignis, das zusammen mit den daraus gezogenen Schlussfolgerungen oft als Ausgangspunkt der Kernphysik gilt. Deren Blütezeit begann aber erst, nachdem die Quantenmechanik Anfang der 30er Jahre mit der «Theorie der Atomkerne nach Iwanenko und Heisenberg» einen gewissen Abschluss erreicht hatte und die Kernphysik durch die Entdeckung des Neutrons im Jahre 1932 schlagartig in den Mittelpunkt der physikalischen Forschung rückte.

Abschließend sei noch auf zwei Gebiete eingegangen, auf denen ebenfalls grundlegende Fortschritte erzielt wurden. Dies betrifft zum einen die Kristallographie und die Strukturanalyse fester Körper und zum anderen die Mechanik fluider Materialien (Strömungsmechanik). Im Rahmen der bereits erwähnten Bemühungen von Sommerfeld und seinen Schülern, das Wesen der Röntgenstrahlen aufzuklären, speziell sie als elektromagnetische Wellen nachzuweisen, die durch das Abbremsen schneller Elektronen in Materie entstanden, entdeckten Max von Laue (1879–1960), Walter Friedrich (1883–1968) und Paul Knipping (1883–1935) 1912 die Beugung der Röntgenstrahlen an Kristallen und die dabei auftretenden Interferenzen. Diese «Zufallsentdeckung»²² bildete einen eindeutigen Beleg für die Gitterstruktur der Kristalle und die daraus entwickelte Röntgenstrukturanalyse wurde sehr rasch ein wichtiges Element bei der Untersuchung von Festkörpern. Der Grundstein dazu wurde 1913 von Moseley bzw. von William Henry Bragg (1862–1942) und seinem Sohn William Lawrence Bragg (1890–1971) gelegt, indem sie eine korrekte Erklärung des Laue'schen Experimentes gaben. In diesem Kontext führte Moseley in Auswertung seiner Messungen an Röntgenspektren die Kernladungszahl ein. Unabhängig von Abraham van den Broek (1885–1959) erkannte er die Übereinstimmung von Kernladungs- und Ordnungszahl eines Elements und formulierte das nach ihm benannte Gesetz, das die Frequenz einer Spektrallinie der von einem Atom ausgesandten charakteristischen Röntgenstrahlung mit der Ordnungszahl des emittierenden Atoms verknüpft. Peter Debye und Paul Scherrer (1890–1969) schufen dann ein Verfahren, um auch Interferenzen bei unregelmäßig angeordneten Kristallen zu studieren. Außerdem löste Debye ein weiteres Problem, indem er den Einfluss der

²² Von Laues Idee zu diesem Experiment widersprach den theoretischen Ergebnissen Sommerfelds. Vgl. [Eckert 1993], S. 45f.

Wärmeschwingungen der Kristallatome auf die Röntgeninterferenzen bestimmte. Damit schlug er zugleich eine Brücke zu den thermodynamischen Forschungen von Einstein, Boltzmann, Walter Nernst (1864–1941) u. a. über Wärmestrahlung und zur Bestimmung der spezifischen Wärme.

Angesichts der revolutionierenden Wirkung solcher Entdeckungen wie der Röntgenstrahlen, der Radioaktivität und der Quantenhypothese auf die Entwicklung der Physik und die grundlegenden physikalischen Vorstellungen werden die Fortschritte in der Mechanik strömender Flüssigkeiten und Gase meist in den Hintergrund gedrängt und selten angemessen gewürdigt, obwohl gerade auf diesem Gebiet ebenfalls eine grundlegende Umgestaltung stattfand. Mit seiner Theorie der Grenzschicht leitete Ludwig Prandtl (1875–1953) einen durchgreifenden Wandel dieses Teilgebiets der Physik ein und konnte viele in den Experimenten zu Tage getretenen Anomalien auflösen. Hierzu gehörten auch die neuen Ansätze beim Studium von chaotischen Bewegungen, den sogenannten Turbulenzen. Es war aber ein langer Weg ehe beispielsweise in den 40er Jahren des 20. Jahrhundert eine Verbesserung der Reynolds'schen Klassifikation der Turbulenztypen gelang. Eine weitere zentrale Fragestellung der Strömungsmechanik war die Beschreibung von gewissen nichtlinearen Phänomenen, wie sie bei der Entstehung und Ausbreitung von Wellen in Fluiden vorkommen. Den entscheidenden Lösungsansatz fanden unabhängig voneinander 1910 Lord Rayleigh (1842–1919) und Geoffrey I. Taylor (1886–1975), wobei sie wesentlich Überlegungen verwendeten, die später als Theorie der singulären Störungen bekannt wurden. Diese Theorie wurde ein sehr wertvolles Arbeitsmittel für die gesamte Strömungsmechanik. Bei all den Betrachtungen zur Strömungsmechanik darf man die große praktische Bedeutung dieses Gebietes nicht außer Acht lassen, die vom Flugwesen und Schiffbau über Meteorologie und Klimaforschung (Meeresbewegungen, Luftströmungen etc.) bis zur Theorie der Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten (u. a. Gestalt der Erde) reicht.

2.3 Wandlungen im Wechselverhältnis von Mathematik und Physik

In den Jahren vor der Wende zum 20. Jahrhundert war die Institutionalisierung der theoretischen Physik etwas ins Stocken geraten. Die Experimentalphysik dominierte wieder deutlicher und an der Theorie interessierte Physiker mussten sich zumindestens teilweise experimentellen Untersuchungen widmen, wollten sie ihre Karrierechancen nicht beeinträchtigen.²³ Es wäre jedoch eine Fehlinterpretation der Entwicklung, wenn man darin den Versuch eines völligen Zurückdrängens der Theorie sähe. Selbst dem eingefleischten Experimentator war klar, dass die Aufgabe der Physik nicht nur in einem Sammeln und Erzeugen von Erfahrungstatsachen, deren deskriptiver Beschreibung und deren Archivierung nach irgendeiner formalen Ordnung bestehen konnte. Sobald der Physiker aber versuchte, eine systematische Ordnung zu schaffen, Zusammenhänge zwischen einzelnen Erscheinungen herzustellen, begab er sich auf das Feld der Theorie. Ebenso verhielt es sich, wenn er nach einer Erklärung für die einzelnen Phänomene suchte. In diesem Sinne kann die theoretische Physik bis in die Antike als Bestandteil der Physik ausgemacht werden und stand nie im Zweifel.

Ein entscheidender Anstoß zur Herausbildung der theoretischen Physik entstand im 19. Jahrhundert dadurch, dass erstens durch den breiten Aufschwung der Physik und dem damit verbundenen Erkenntniszuwachs die quantitative Beschreibung zahlreicher neuer Effekte, deren Erklärung und die Systematisierung des neuen Wissens mit Nachdruck als Aufgabe der physikalischen Forschung artikuliert wurde. Zweitens kam hinzu, dass die neu entstehenden Gebiete der Physik deutlich von der Mechanik getrennt waren, bei ihrer theoretischen Durchdringung aber Vorstellungen und Methoden der Mechanik oft eine wegweisende Funktion einnahmen. Ein dritter Aspekt war, dass die Mechanik wiederum, lange Zeit als Bestandteil der Mathematik angesehen, einen hohen Grad der Mathematisierung erreicht hatte, der durch die Fortschritte der Mathematik im 19. Jahrhundert noch erhöht wurde. Das vorliegende Wissen in den neuen Untersuchungsgebieten der Physik war jedoch solch einer weitgehenden mathematischen Durchdringung

²³ Vgl. die Darlegungen im Teil 1, [Schlote 2004a], S. 122ff.

überhaupt noch nicht zugänglich. Dies führte dann folgerichtig zu zwei unterschiedlichen Ansätzen bei den Versuchen, die neuen Erscheinungen und Erkenntnisse in den verschiedenen Teilbereichen der Physik in einer Theorie zu erfassen.²⁴

Der erste Ansatz, den man auch als physikalisch bezeichnen könnte, ging induktiv vor und leitete aus den vorliegenden physikalischen Beobachtungen einige einfache Grundannahmen ab, auf denen dann die Theorie aufgebaut wurde. Im Vordergrund stand dabei eine physikalisch schlüssige Erklärung, die möglichst durch weitere Experimente abgesichert wurde und bei der man sich, wenn nötig bzw. möglich, auch mathematischer Hilfsmittel bediente. Letzteres war aber von untergeordneter Bedeutung. Diese Betrachtungsweise bildete die Basis für die theoretische Physik.

Die zweite Herangehensweise kann als die Weiterentwicklung der mathematischen Physik entsprechend der erweiterten experimentellen Basis beschrieben werden. Sie bestand zunächst im Wesentlichen in dem Bemühen, die neuen physikalischen Erscheinungen mit den bekannten Methoden der mathematischen Physik zu behandeln, und führte dann zur Erweiterung dieser Methoden. Die mathematische Physik hatte formal das gleiche Fundament wie der oben skizzierte physikalische Ansatz bzw. die theoretische Physik, denn auch sie basierte auf den aus den Experimenten abstrahierten einfachen Grundannahmen. Diese wurden mathematisch umgesetzt und die Ableitung der Resultate erfolgte dann vorrangig mit mathematischen Methoden. Bei der Anwendung und Erweiterung dieser Methoden galt es vor allem die strengen mathematischen Schlussregeln zu Grunde zu legen, so dass der Ausbau der mathematischen Erkenntnisse im Vordergrund stand. Dieser Weg wurde vor allem von Mathematikern und Physikern mit ausgeprägten mathematischen Interessen beschritten. Neben den Fortschritten in der Physik unterlag diese Vorgehensweise stark den Veränderungen im Mathematikverständnis der Zeit, speziell dem in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts aufkommenden Streben nach Verwendung logisch exakter Schlussweisen. Dadurch wurden aber die mathematischen Aspekte noch stärker in den Mittelpunkt des Interesses gerückt, was wiederum die zeitweise

²⁴ Für eine ausführliche Beschreibung der Herausbildung der theoretischen Physik in Deutschland sei auf das zweibändige Werk [Jungnickel/McCormmach 1986] verwiesen.

ablehnende Haltung zahlreicher Physiker, speziell der Experimentalphysiker, förderte. Die detaillierten mathematischen Untersuchungen sahen sie für die physikalischen Forschungen als weitgehend entbehrlich an, da daraus kaum neue Impulse für die Erklärung der physikalischen Erscheinungen hervorgingen.²⁵ Die theoretische Bearbeitung der experimentellen Resultate konnte in diesem Verständnis nur nach dem physikalischen Ansatz erfolgen. In der historischen Entwicklung war die klare Trennung zwischen den beiden Entwicklungsrichtungen nicht gegeben. Bis in die 80er Jahre des 19. Jahrhunderts wurden theoretische und mathematische Physik als weitgehend synonyme Bezeichnungen für eine theoretische Behandlung von Teilen der Physik angesehen.

Vor diesem Hintergrund erscheint die Stagnation in der Entwicklung der theoretischen Physik in den beiden Jahrzehnten vor der Wende zum 20. Jahrhundert als ein oberflächliches Trugbild, das den Blick auf den Kern des Prozesses verstellt. Das Wesen des Prozesses war das Bemühen, nach einer erfolgreichen Phase des Hervorbringens theoretischer Konzepte nun eine Differenzierung zwischen theoretischer und mathematischer Physik vorzunehmen, dabei die theoretische Physik stärker zur Geltung zu bringen und das Anliegen der mathematischen Physik neu zu bestimmen. Die Aufgabenstellung, für die bekannten und neu entdeckten physikalischen Erscheinungen eine logisch schlüssige Erklärung zu geben, wurde nicht verändert. Es handelte sich hier also nicht um ein Abwenden von der Theorie, sondern vielmehr um eine Entwicklung, die letztlich zu einer Präzisierung der Aufgabenstellung für die entstehende Subdisziplin führte. Hinzu kam in dieser Phase, dass in der Mathematik eine Entwicklung zu abstrakteren Betrachtungen einsetzte und die Zahl der Mathematiker, die sich mit den Anwendungen ihrer Wissenschaft in anderen Gebieten wie der Physik oder Astronomie beschäftigte, spürbar abnahm.

Für mehrere Jahrzehnte stand die theoretische Physik nun vor der Aufgabe, die eigene Entwicklung und die Emanzipation gegenüber der Experimentalphysik voranzubringen sowie gleichzeitig die Distanz zur mathematischen Physik zu wahren. Dabei wurde in den ersten Jahr-

²⁵ Zu ähnlichen Reaktionen kam es auch von Seiten der Ingenieure. Dies mündete in eine teilweise heftige Diskussion um die Rolle der Mathematik in der Ingenieurausbildung ein. Die Auseinandersetzungen wurde auch als antimathematische Bewegung bekannt. Für eine fundierte Analyse vgl. [Otte/Hensel/Ihmig 1989].

zehnten des 20. Jahrhunderts ein deutlicher Wandel eingeleitet. Die zahlreichen Entdeckungen der 90er Jahre, wie Röntgenstrahlen und Radioaktivität, und die Behandlung solcher Fragen wie die Strahlung eines schwarzen Körpers oder das Vorhandensein eines absoluten Raumes und einer absoluten Zeit stellten neue Anforderungen hinsichtlich einer theoretischen Erklärung und stärkten so die Position der theoretischen Physik. Dabei brachte die theoretische Physik um 1900 einige neue Ansätze hervor, nachdem sie sich zuvor im Sinne der klassischen Physik herausgebildet hatte. Die Theoretiker erzielten wichtige Fortschritte, etwa bei den Vorstellungen zum Atombau, die eine Erklärung für eine Reihe von Prozessen lieferten und zu weiteren experimentellen Untersuchungen anregten sowie verschiedene Anwendungsfelder eröffneten. In ihren Erklärungen konnten sich die Physiker nicht mehr von der direkten Anschauung, der sinnlichen Wahrnehmung leiten lassen, sondern gingen mit dem Vordringen in den atomaren Bereich zunehmend von gewissen abstrakten, nur in ihren Folgerungen überprüfbar Annahmen aus. Gerade bei der Erforschung des Mikrokosmos, bei der Bearbeitung von Fragen, deren Lösung mit atomistischen oder quantentheoretischen Vorstellungen in Angriff genommen wurde, war der theoretische Physiker immer wieder gezwungen, Hypothesen einzuführen. Der Weg zur Kontrolle dieser Annahmen durch den Vergleich von quantitativen, an makroskopischen Erscheinungen ermittelten Testergebnissen mit theoretisch berechneten Werten erforderte gewöhnlich eine stärkere Einbeziehung mathematischer Methoden als dies in der klassischen Theorie der Fall war. Ohne die Berechnungen war eine Überprüfung der Hypothesen nicht möglich. Doch der Weg bis zu einer hinreichend abgesicherten Hypothese, die als Ausgangspunkt weiterer theoretischer Folgerungen dienen konnte, oder zu einer allgemeinen Gesetzmäßigkeit war lang und auch mit vielen experimentellen Arbeiten verknüpft. Mit dem Vordringen in den molekularen und atomaren Bereich verband sich zugleich die Schaffung neuer Methoden in der theoretischen Physik, wie dies etwa durch den Rückgriff auf Elemente der Statistik geschah. Ein etwas anderes Bild zeigte sich bei der Auseinandersetzung um die Äthertheorie und die Existenz eines absoluten Raumes und einer absoluten Zeit. Hier waren es zunächst immer wieder neue experimentelle Ergebnisse, die die für mehrere Jahrhunderte akzeptierte allgemeine Anschauung und die theoretische Erklärung früherer Versuche in Frage

stellten. Erst nach einem längeren Prozess des Wechselspiels von theoretischen Ansätzen und Impulsen aus der experimentellen Praxis, in dem bereits die Grundlagen für die mathematische Formulierung der neuen Theorie vollständig geschaffen wurden, gelangte Einstein zu der entscheidenden Voraussetzung von der Konstanz der Vakuumlichtgeschwindigkeit und schuf mit der Speziellen Relativitätstheorie eine neue theoretische Basis. Auch wenn der Weg zu neuen Erkenntnissen ein anderer war, so finden sich doch wichtige Elemente wieder, ein Abgehen von der sinnlichen Wahrnehmung beim Aufstellen der Hypothesen, ein Überprüfen derselben an geeigneten makroskopischen Erscheinungen und eine stärkere Benutzung mathematischer Methoden.

Außerdem fiel der theoretischen Physik die wichtige Aufgabe zu, innerhalb der Disziplin integrativ zu wirken, d. h. der Verbreiterung und Spezialisierung der Physik in immer neue Teilgebiete zu begegnen und durch die Konstruktion der Theorie aus einfachen Annahmen und Prinzipien Zusammenhänge und Beziehungen zwischen den verschiedenen Gebieten herzustellen. Im Ergebnis dieser Entwicklung erhielt die theoretische Physik sowohl durch die allgemeinere Fassung der eigenen physikalischen Begriffsbildungen als auch durch die unumgängliche Verwendung mathematischer Methoden einen abstrakteren Charakter und ihre Aufgabe wurde häufiger reflektiert und bestimmt. So formulierte Wilhelm Wien (1864 – 1928) 1915 als Aufgabe der theoretischen Physik, «die Gesetze aufzustellen, durch die ein möglichst ausgedehntes Gebiet physikalischer Vorgänge beherrscht wird». «Diese Aufstellung funktioneller Zusammenhänge ist recht eigentlich die Aufgabe der theoretischen Physik», denn erst «durch die Aufstellung quantitativer Gesetze wird eine wirkliche physikalische Theorie begründet».²⁶ Bloß qualitative Theorien seien höchstens als Anregung für Versuche brauchbar, als wirkliche Leistungen der theoretischen Physik wird man sie nicht ansehen können. Wenige Jahre später mühten sich Hans Thirring (1888 – 1976) bzw. Arthur Haas um eine Begriffsbestimmung der theoretischen Physik. Haas beschrieb sie als

«die Lehre von den ursächlichen Zusammenhängen zwischen den Erscheinungen in der Natur, sofern diese nicht infolge ihres eigenartigen Charakters den Gegenstand einer besonderen Wissenschaft

²⁶ Wien 1915, S. 242, 246

bilden, wie dies etwa bei den Vorgängen des Lebens, bei den astronomischen Phänomenen oder den chemischen Prozessen der Fall ist.»²⁷

Thirring sah in seiner Antrittsvorlesung an der Universität Wien im April 1921 den Zweck der theoretischen Physik darin,

«die Unsumme der Erfahrungstatsachen, die uns die Arbeit der Experimentalphysiker beschert hat, unter einen Hut zu bringen, von großen Gesichtspunkten ausgehend zu ordnen und zu verstehen.»²⁸

Ähnlich brachte es auch Georg Joos (1894–1959) in seinem 1932 erschienenen *Lehrbuch der theoretischen Physik* zum Ausdruck, das sehr schnell ein Standardwerk wurde und 1989 die 15. völlig überarbeitete Auflage erlebte.

Beeindruckend ist auch das Selbstbewusstsein, das die theoretische Physik in dieser Entwicklung gewann. Nachdrücklich wurde die eigene Bedeutung für die Physik hervorgehoben: Ohne Theorie war ein weiterer Fortschritt in der Physik nicht denkbar.

«Keine Naturwissenschaft kann ohne Theorie bestehen, denn aus ihr wird erst die Anregung zu experimenteller Forschung geschöpft, durch sie werden die Ergebnisse untereinander verbunden.»²⁹

Jene «Art der Naturbeschreibung, wie sie in der theoretischen Physik vorgenommen wird,» ist «die rationellste und in denkökonomischer Hinsicht die vollendetste . . . , die wir kennen.»³⁰ Damit stellte sich die theoretische Physik nun nicht nur gleichberechtigt neben die Experimentalphysik, sondern übernahm sogar eine gewisse Leitfunktion. War sie es doch, die eine logische Ordnung in die Fülle der Beobachtungen und Erscheinungen brachte, Zusammenhänge herstellte und daraus Folgerungen ableitete, die zu neuen Experimenten anregten. Dabei war die Rolle der theoretischen Physik in den verschiedenen Teilgebieten der Physik durchaus unterschiedlich. In der Mechanik, der Elektrodynamik oder der Thermodynamik konnte man von einigen wenigen gesicherten Erfahrungstatsachen ausgehen und errichtete darauf eine fest gefügte,

²⁷ Haas 1919, S. 3

²⁸ Thirring 1921, S. 1023

²⁹ Wien 1915, S. 241

³⁰ Thirring 1921, S. 1024

Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie

von

A. Einstein



Physikalisches Institut
der Universität
LEIPZIG

Leipzig :: Verlag von Johann Ambrosius Barth :: 1916

Abbildung 2.4

Titelblatt von Einsteins Monographie über die Allgemeine Relativitätstheorie (1916)

logisch korrekt abgeleitete Theorie. In der Atomphysik und der Quantentheorie konnten die Physiker sich nicht auf unmittelbare Beobachtungen stützen und mussten intuitiv aus ihrer Erfahrung einige Hypothesen so als Grundlage der Theorie wählen, dass als Folgerung sich speziell eine schlüssige Erklärung bereits bekannter Erscheinungen ergab. Gerade aber die beiden letztgenannten Gebiete trugen zusammen mit den Überlegungen zur Relativitätstheorie zu tiefgreifenden Änderungen in den Auffassungen von der Natur bei. War es schon bei der Begründung der Elektrodynamik notwendig gewesen, von den traditionellen, mechanischen Vorstellungen abzugehen und eine eigenständige Basis zur Erklärung der elektromagnetischen Vorgänge zu schaffen, so war dies in Atom-, Quanten- und Relativitätstheorie im viel stärkeren Maße nötig. Die Relativitätstheorie hatte eine «völlige Umwälzung in den Grundlagen der Physik ... herbeigeführt, ... eine ganz neue Auffassung des Wesens von Raum, Zeit, Bewegung und Materie» hervorgerufen und «die bisherige Physik als Spezialfall einer viel allgemeineren Physik erscheinen» lassen.³¹ Die physikalischen Begriffe wurden abstrakter und auch die Physik selbst erhielt in wichtigen Teilgebieten eine deduktive Struktur, ohne aber die feste Bindung an die Erfahrung und das Experiment zu verlieren. Diese völlige Neugestaltung des Naturbildes wurde in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts durch die großartigen Fortschritte der theoretischen Physik erreicht.³²

Auch die Abgrenzung zur mathematischen Physik bereitete keine Probleme mehr.

«Die mathematische Physik besteht ... in der Ausbildung der für die Weiterbildung der theoretischen Physik erforderlichen mathematischen Hilfsmittel.»³³

Die große Bedeutung der Mathematik für die theoretische Physik wurde stets betont, doch es ist «nicht Aufgabe des theoretischen Physikers ..., mathematische Beweise zu liefern». Der Physiker kann sich nicht mit mathematischen Existenzbeweisen aufhalten, wenn das Resultat physikalisch evident ist und oft stehen die strengen Forderungen der Mathematik im Widerspruch mit den physikalischen Gegebenheiten.³⁴

³¹ Haas 1919, S. 8

³² Haas 1919, S. III

³³ Wien 1915, S. 242

³⁴ Joos 1934, S. 2

Trotzdem bilden die mathematischen Methoden «ein unentbehrliches Hilfsmittel» für die theoretische Physik und «nur ein guter Mathematiker kann ein guter theoretischer Physiker sein».³⁵ Auch wenn manche Formulierung leicht negativ im Sinne einer Abwertung der Mathematik als Hilfswissenschaft interpretiert werden könnte, im Endergebnis dieser Entwicklungsphase festigte sich das Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik auf höherem Niveau. In beiden Disziplinen vollzog sich eine Hinwendung zum Abstrakten. In der Physik war man immer mehr dazu übergegangen, mit idealen Begriffen wie Feld oder Elektron zu operieren, die hauptsächlich durch mathematische Formeln charakterisiert wurden. Ganz in diesem Sinne hatte bereits Heinrich Hertz (1857–1894) festgestellt:

«Auf die Frage ‹Was ist die *Maxwell*'sche Theorie?› wüsste ich also keine kürzere und bestimmtere Antwort als diese: Die *Maxwell*'sche Theorie ist das System der *Maxwell*'schen Gleichungen.»³⁶

Ohne Mathematik war dieser Schritt in der Physik nicht zu vollziehen und die Mathematiker hatten ihren Theorien und Methoden die erforderliche Einfachheit und Geschmeidigkeit gegeben, damit die Physiker sich ihrer bedienen konnten.

“Physics has taken on a more rigorous and decidedly intellectual character, . . . What was Newtonian physics and Maxwellian electrodynamics has become unified and absorbed into the general theory of continuous manifolds of four dimensions.”³⁷

stellte A. W. Stern 1928 auf dem Internationalen Mathematiker-Kongress in Bologna fest. Gleichzeitig gingen die Physiker in manchen Gebieten mit einer Kühnheit vorwärts, die ob der ungesicherten Basis wiederholt die Mathematiker überraschte und entrüstete. Doch die Physiker wollten und konnten «auf eine vollkommen exakte Grundlegung der Hilfsmittel» nicht warten³⁸, so dass damit auch immer neue Anforderungen an die Mathematik gestellt wurden. Es handelte sich dabei sowohl um die Präzisierung, als auch um die Erweiterung der Anwendungen mathematischer Theorien.

³⁵ Thirring 1921, S. 1028

³⁶ Hertz 1894, S. 23

³⁷ Stern 1928, S. 410

³⁸ Joos 1945, S. VII

Die Situation an der Leipziger Universität im Jahre 1905 war dadurch gekennzeichnet, dass die Entscheidung über die Besetzung des Ordinariats für theoretische Physik zu einem Zeitpunkt erfolgte, als die oben skizzierten Veränderungen im Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik sowie hinsichtlich der Wertschätzung der theoretischen Physik innerhalb der Physik am Anfang standen. Die Auswahl des Nachfolgers von Boltzmann wurde noch in der Tradition der vorangegangenen Jahrzehnte im Sinne einer dominierenden Experimentalphysik getroffen. Bevor im Folgenden die Veränderungen im Lehrpersonal am Physikalischen Institut bis zum grundlegenden Generationswechsel in den Jahren 1927/28 analysiert werden, sei ein Blick auf die allgemeinen Rahmenbedingungen geworfen.

3 Die Veränderungen in der Personalstruktur bis zum Jahre 1914

3.1 Sachsen im Jahrzehnt vor dem Ersten Weltkrieg

Vor dem Hintergrund der sich verschärfenden außenpolitischen Lage und der sich immer deutlicher herausbildenden Machtblöcke setzte sich die um die Mitte der 90er Jahre des 19. Jahrhunderts begonnene Wachstumsphase der deutschen Wirtschaft auch im Jahrzehnt vor dem Ersten Weltkrieg fort und beschleunigte sich nochmals. Allein in den fünf Jahren von 1909 bis 1913 stiegen die Produktion in Industrie, Bergbau und Handwerk um etwa 25%, der Export um 60%, die Investitionen um 45% und der private Konsum um 17%.³⁹ Die Finanzsituation des Deutschen Reiches war aber nicht zuletzt wegen der hohen Rüstungsausgaben sehr angespannt. Auch Sachsen, das noch zu den wohlhabendsten Ländern im Deutschen Reich gehörte, wurde dadurch stark belastet. Trotzdem gelang es König Friedrich August III. (1865–1932), die von seinem Vorgänger, König Georg (1832–1904), in dessen kurzer Regierungszeit eingeleitete Konsolidierung des Staatshaushalts erfolgreich fortzusetzen. Generell wurde die Landespolitik in vielen Bereichen immer stärker von der Reichspolitik beeinflusst. Mit der Entstehung der Großbetriebe, Konzerne, Großbanken etc. verlor auch die sächsische Wirtschaft zunehmend jegliche regionale Ausrichtung. Sie war stark exportorientiert und teilweise sehr anfällig gegenüber Schwankungen auf den internationalen Märkten. Bei allem Fortschritt deuteten sich jedoch erste Strukturprobleme an.

³⁹ Nipperdey 1990, S. 271, 286

Zu jenen Bereichen, die weiterhin in wesentlichen Punkten von den Landesregierungen bestimmt wurden, gehörte das Schul- und Hochschulwesen. Die Erweiterung und Ausdehnung der Universitäten und Hochschuleinrichtungen beschleunigte sich nochmals. Die staatlichen Ausgaben blieben hoch und wuchsen überproportional. Sachsen konnte dank der verbesserten Staatsfinanzen pro Einwohner sogar mehr für das Bildungswesen ausgeben als Preußen bzw. einige süddeutsche Staaten.

Die Studentenzahlen an den Universitäten nahmen im betrachteten Jahrzehnt nochmals um rund 70% auf über 60 000 im Jahre 1913 zu. Dieser Anstieg war wesentlich stärker als das durchschnittliche Wachstum der Bevölkerung, das bei etwa 1,33% pro Jahr lag mit einer leicht fallenden Tendenz. Der *Dresdner Anzeiger* vom 11. Juli 1913 nannte als Ursachen für das rasante Anwachsen der Studentenzahlen, «das übriges in fast allen Kulturstaaten beobachtet wird,» «die modernen Prüfungs- und Studienordnungen mit ihrer Steigerung der Anforderungen an den einzelnen und der damit einhergehenden Verlängerung der Studienzzeit», «das große Bedürfnis der heutigen Gesellschaft nach akademisch Gebildeten» und «das starke Hereinströmen von Angehörigen der mittleren und unteren Klassen unseres Volkes in die Hallen der Universität».⁴⁰ Leipzig blieb neben Berlin und München eine der größten Universitäten des Deutschen Reiches, die fast genauso viele Studenten hatten, wie die 13 kleinen und mittleren deutschen Universitäten zusammen. Mit 5532 Studenten, davon 296 in Mathematik und 444 in den Naturwissenschaften, erreichten die Studentenzahlen in Leipzig im Wintersemester 1913/14 ihr vorläufiges Maximum.

Mit diesem Ansturm konnte die Zahl der Lehrkräfte in den einzelnen Disziplinen nicht mithalten, obwohl sie, wie im Folgenden für Mathematik und Physik noch genauer ausgeführt wird, ebenfalls zunahm. Zeitgenossen sprachen oft von Massenuniversitäten und verglichen zumindest die großen Universitäten mit Großbetrieben, ein Bild das angesichts der Repräsentation zahlreicher Wissenschaftsdisziplinen durch Institute und der damit einhergehenden disziplinären Separation und Konzentration des wissenschaftlichen Lebens durchaus angebracht erscheint. Nipperdey spricht von den Universitäten als Konglomerat von Instituten und Kliniken, von der Verstärkung des Forschungsimpetus

⁴⁰ SächsHStA Dresden, Minist. f. Volksbild. Nr. 10016/38, Bl. 12

durch die Einrichtung der Institute und von der Wandlung der Vorlesungsuniversität zur Arbeitsuniversität.⁴¹

Zwei weitere Aspekte der sich ändernden Wissenschaftslandschaft sind noch zu erwähnen: die Aufwertung der Technischen Hochschulen und die Einrichtung außeruniversitärer Forschungseinrichtungen. Die Technischen Hochschulen erreichten die lang erkämpfte Gleichberechtigung gegenüber den Universitäten, im Jahre 1900 erhielten sie, nachdem Preußen 1899 vorangegangen war, das Promotionsrecht zum Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.) und viele von ihnen gaben sich um die Jahrhundertwende eine den Universitäten entsprechende Verfassung. Noch ein Jahr zuvor hatte sich beispielsweise die Philosophische Fakultät der Leipziger Universität prinzipiell gegen die Verleihung des Promotionsrechts an Technische Hochschulen ausgesprochen.⁴²

Hatten der Staat und teilweise die Wirtschaft bereits vor der Jahrhundertwende einige Institute und Forschungseinrichtungen außerhalb der Universitäten geschaffen sowie aus unterschiedlichen Gründen einzelne Universitäten und Hochschulen bzw. Teile von ihnen besonders gefördert, so erlangte die Forschungsförderung mit der Gründung der «Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften» 1910/11 eine neue Qualität. Angesichts der hohen Lehrbelastung der Universitätsprofessoren und um auf zentralen Wissenschaftsgebieten, vor allem der Naturwissenschaften, nicht den Anschluss an die internationale Forschungsspitze zu verlieren, sollten die Institute der Gesellschaft ausschließlich der Forschung gewidmet sein. Die Mittel zum Bau und zur Unterhaltung der Institute kamen von Vertretern der Großbourgeoisie, die damit, wenn auch im bescheideneren Rahmen, dem Beispiel der amerikanischen Wirtschaft folgte. Sachsen und insbesondere Leipzig hat von diesen Förderungen im betrachteten Zeitraum jedoch nicht profitiert. Mit einer prachtvollen Feier zum 500-jährigen Gründungsjubiläum der Universität 1909 und der Errichtung der Deutschen Bücherei vermehrte die Stadt Leipzig in jenen Jahren ihren guten Ruf als Bildungsmetropole. Dem gleichwertig zur Seite standen internationale Ausstellungen, wie die Baufach-Ausstellung 1913 und die Buchgewerbe-Ausstellung, die neben den traditionellen Messen Leipzigs weltweites Ansehen als Handels- und Wirtschaftsstandort aufrecht erhielten.

⁴¹ Nipperdey 1990, S. 572

⁴² UAL, Protokolle Senatssitzungen 1898–1910, Bl. 5

3.2 Das neue Physikalische Institut und die Erweiterung des Lehrkörpers

Das zum Wintersemester 1904/05 eröffnete neue Physikalische Institut bildete den Abschluss einer Reihe von Institutsneubauten, die ab 1897 an der Leipziger Universität errichtet worden waren. Damit verfügten die Leipziger Physiker sowohl hinsichtlich des Platzangebots als auch hinsichtlich der Ausstattung über eines der modernsten Institute in Deutschland. Beim Bau waren vor allem Dank des Engagements des Institutsdirektors Otto Wiener (1862–1927) und des Ministerialdirektors Karl Waentig (1843–1917) die Erfahrungen von mehreren Institutsbauten der jüngeren Vergangenheit, z. B. in Gießen, Zürich, Darmstadt, Karlsruhe und Berlin, berücksichtigt worden. Auf diese Weise war ein Institut entstanden, das die Möglichkeit bot, «die verschiedenen Seiten der Physik zu pflegen», und beste Voraussetzungen für eine moderne Lehre und Forschung schuf.⁴³ Hervorgehoben seien die völlige Integration des Theoretisch-Physikalischen Instituts und die Möglichkeiten, auch technische Anwendungen der Physik in der Lehre adäquat berücksichtigen und vermitteln zu können. Das Institut verfügte über einen großen und einen kleinen Hörsaal (350 bzw. 50 Plätze), Praktikumsplätze für 120 Studierende, Forschungslabors, Werkstätten und eine gemeinsam mit dem Theoretisch-Physikalischen Institut genutzte Bibliothek, die 1919 einen Bestand von 4000 Büchern auswies. Ein weiterer Hörsaal (150 Plätze) und Laboratorien für Forschungszwecke gehörten zum Theoretisch-Physikalischen Institut, dem Theodor Des Coudres (1862–1926) als Direktor vorstand. Neben den beiden Direktoren Wiener und Des Coudres bildeten der Honorarprofessor Arthur von Oettingen (1836–1920) sowie die Privatdozenten Albert Dahms (1872–), Erich Marx (1874–1956) und Hermann Scholl (1872–1923) das Lehrpersonal am Physikalischen Institut.

Die von Wiener in seiner Rede zur Einweihung des neuen Instituts geäußerte Zuversicht auf eine wachsende Anzahl von Privatdozenten erfüllte sich erstmals im Frühjahr 1906. Carl Fredenhagen (1877–1949) habilitierte sich für Physikalische Chemie. Die Angabe des Fachgebiets täuschte etwas. Fredenhagen hatte im Mai 1904 die neu gegründete

⁴³ Wiener 1906, S. 11

Assistentenstelle an der theoretischen Abteilung des Physikalischen Instituts erhalten und musste in den Forschungen zu seiner Habilitationsschrift über die Erzeugung von Flammenspektren, wie Des Coudres im Gutachten feststellte, «vor allem physikalische Schwierigkeiten zur Erlangung der Resultate überwinden».⁴⁴ Ein Jahr später, am 11. Mai 1907, genehmigte die Philosophische Fakultät Fredenhagens Antrag, seine Lehrbefugnis auf das Gebiet der Physik zu erweitern. Auch der zweite Habilitand, George Jaffé (1880–1965), hatte den Weg über die physikalische Chemie genommen. Nach der Dissertation bei Wilhelm Ostwald (1853–1932) 1903 wandte er sich der Physik zu, deren Entwicklung er nun für interessanter hielt, und arbeitete jeweils ein Jahr in den Laboratorien von Joseph John Thomson in Cambridge und Pierre (1859–1906) und Marie Curie (1867–1934) in Paris. Danach kehrte er nach Leipzig zurück, wo er 1908 eine Assistentenstelle am Physikalischen Institut erhielt und die *Venia Legendi* erwarb. Jaffé hatte zunächst im Juli 1908 die *Venia Legendi* für Physik und physikalische Chemie beantragt, ließ aber knapp drei Monate später das Gebiet der physikalischen Chemie streichen. Die einzelnen Habilitationsleistungen erbrachte er zur vollen Zufriedenheit der Kommission. So sprachen die Gutachter Wiener, Des Coudres und Max Le Blanc (1865–1943) hinsichtlich der Jaffé'schen Habilitationsschrift über das Wesen der elektrischen Leitfähigkeit von reinen Flüssigkeiten von einer ausgezeichneten bzw. vortrefflichen Arbeit und schätzten auch die Probevorlesung als vorzüglich ein.⁴⁵

Etwas schwieriger gestaltete sich im Januar 1910 die Habilitation für experimentelle Physik des Warburg-Schülers Edgar Lilienfeld (1882–1963), der seit dem Wintersemester 1905/06 an der Leipziger Universität tätig war, zunächst als Praktikant von O. Wiener. Lilienfeld besaß nur einen Oberrealschulabschluss und musste deshalb Dispens von dem entsprechenden Paragraphen der Habilitationsordnung beantragen. Das Gesuch wurde jedoch vom Ministerium abgelehnt, so dass Lilienfeld nach Ablage eines Ergänzungssexamens seinen Antrag auf Habilitation im April 1910 erneut einreichte. Diesmal erhielt er die erforderliche Zulassung und schloss das Verfahren mit der Probevorlesung am 13. Juni erfolgreich ab. In dem Verfahren kamen die beiden Haupt-

⁴⁴ UAL, PA 472, Bl 9

⁴⁵ UAL, PA 602, Bl. 4–5

forschungsgebiete Lilienfelds gleichermaßen zum Tragen. Während er in der Probevorlesung über die Herstellung tiefer Temperaturen referierte, behandelte er in der von Wiener und Des Coudres sehr positiv beurteilten Arbeit die elektrische Stromleitung bei extrem hohem Vakuum. Neben den experimentellen Resultaten lobte Letzterer auch die «scharfsinnigen» theoretischen Betrachtungen.

Doch nicht nur in der Zahl der Privatdozenten war im ersten Jahrzehnt des neuen Instituts eine kontinuierliche Aufwärtsentwicklung zu verzeichnen, auch die Zahl der Professoren konnte beträchtlich vergrößert werden. Am 30. Juli 1907 beantragte die Fakultät im Dresdener Ministerium die Ernennung von E. Marx zum außeretatmäßigen außerordentlichen Professor und erkannte damit dessen Forschungsleistungen und die umfangreiche Vorlesungstätigkeit an. Das Ministerium folgte dieser Anregung und konnte die Fakultät bereits am 6. September über die erfolgte Beförderung von Marx in Kenntnis setzen. Ebenfalls problemlos verlief die Einrichtung eines planmäßigen Extraordinariats für angewandte Physik am Physikalischen Institut. In der Januarsitzung des Jahres 1910 schlugen Wiener und Des Coudres der Philosophischen Fakultät die Einrichtung dieses Extraordinariats vor. Die Fakultätsmitglieder folgten der vorgetragenen Argumentation und reichten, nachdem eine dazu gebildete Kommission sich über die Aufgaben dieser Professur verständigt hatte, den entsprechenden Antrag mit H. Scholl als Kandidaten im Ministerium ein.⁴⁶ Scholls Ernennung erfolgte am Ende des Sommersemesters zum 1. Oktober 1910.

Einige Probleme sollte dann die Ernennung von Fredenhagen zum außerordentlichen Professor bereiten. Diese fiel in eine Zeit, in der die Zahl der außerordentlichen Professoren zu stark anzuwachsen drohte und es ein, wenn auch unterschiedlich ausgeprägtes Interesse seitens des Ministeriums und der Philosophischen Fakultät gab, die Zahl der Vorschläge zu beschränken. Nachdem die Fakultätsmitglieder bereits übereingekommen waren, den Titel nur noch an verdiente Privatdozenten auf Antrag der Fakultät zu verleihen, einigte man sich auf der Sitzung vom 7. Mai 1912 nach langer Debatte darauf, in den nächsten drei Jahren keinen Antrag zu stellen. Des Coudres hatte Ende April 1912 die Beförderung seines Mitarbeiters in der Fakultät vorgeschlagen.

⁴⁶ UAL, PA 947, Bl. 13–15



Abbildung 3.1

Carl Fredenhagen, ao. Professor der physikalischen Chemie und Physik in Leipzig 1912–1923

In einem Begleitbrief an den Dekan verwies er auf Fredenhagens Vorrang in der Anciennität gegenüber einem schon zum Extraordinarius ernannten Privatdozenten und plädierte dafür, in diesem Fall noch nach der alten Praxis zu verfahren. Nach Ablehnung des Antrags wandte sich Des Coudres am 16. Juli direkt an das Ministerium und teilte dies dem Dekan mit. Dies hatte eine heftige Debatte in der Fakultätssitzung vom 27. Juli zur Folge. Als sich ein von Separat- und Gegenvotum begleiteter Fakultätsbericht abzeichnete, zog Des Coudres seinen Antrag zurück. Sicher war sich Des Coudres bewusst, dass er mit seiner Vorgehensweise gegen die Fakultätsordnung verstieß. Ob er dabei das strikte Festhalten einiger Fakultätsmitglieder an bestehenden Verordnungen und Beschlüssen unterschätzte oder vorrangig die Interessen seines Mitarbeiters wahren wollte, muss offen bleiben. Überschattet wurde Des Coudres Antrag durch die Anschuldigung des an der Universität Würzburg tätigen Christian Füchtbauer (1877–1959), Fredenhagen habe Des Coudres wissentlich falsche Angaben zur wissenschaftlichen Arbeit gemacht. Nachdem Fredenhagen den Beistand des Rektors zum

Schutz gegen diese Beleidigung erbeten hatte, stellte eine Kommission die Unschuld des Betroffenen fest und legte der Fakultät am 3. Juli 1912 einen entsprechenden Bericht vor. Im November des gleichen Jahres brachte Des Coudres zusammen mit Wiener seinen Antrag «wegen der besonderen Lage des Falles»⁴⁷ erneut in der Fakultät ein und fand diesmal genügend Mitglieder, die sein Anliegen unterstützten und eine Ausnahme von der im Mai getroffenen Festlegung in Kauf nahmen. In dem Schreiben an das Ministerium wurden Fredenhagens Verdienste in der Lehre und als Assistent am Theoretisch-Physikalischen Institut hervorgehoben und in der Forschung auf eine große Reihe «äußerst vielseitiger, teils experimenteller, teils theoretischer, teils kritischer Arbeiten» verwiesen, in denen «er unsere Kenntnisse vom Leuchten und den Leuchtursachen der Gase durch eine Anzahl wichtiger neuer Tatsachen bereichert und wertvolle Verbesserungen der Untersuchungsmethoden angegeben» hatte.⁴⁸ Die Begründung folgte nahezu wörtlich der von Des Coudres in seinem Schreiben von 16. Juli vorgetragene Argumentation.⁴⁹ Auf wissenschaftsorganisatorischem Gebiet ist noch Fredenhagens Redakteurstätigkeit für die elektrotechnische Zeitschrift *Helios* in den Jahren 1908 bis 1910 hervorzuheben. «Durch die Gewinnung einer großen Zahl hervorragender Mitarbeiter» gelang es ihm in dieser Zeit, «das ursprünglich rein technische Inseratenorgan» in «eine auch wissenschaftlich angesehene Zeitschrift» umzugestalten.⁵⁰ Am 18. Dezember 1912 wurde Fredenhagen zum außerordentlichen Professor ernannt.

3.3 Die Begründung einer Professur für Geschichte der Physik

Wenige Monate nachdem man das «Versäumnis» bezüglich Fredenhagen korrigiert hatte, überraschten die beiden Ordinarien für Physik die Fakultät mit einem neuen, ungewöhnlichen Antrag, indem sie die Berufung eines außerordentlichen Professors für Geschichte der Physik

⁴⁷ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. V, Nr. 86, Bl. 346

⁴⁸ UAL, PA 472, Bl. 30v

⁴⁹ SächsHStA Dresden, Minist. f. Volksbild., Nr 10217/3, Bl. 9–11

⁵⁰ SächsHStA Dresden, Minist. f. Volksbild., Nr 10217/3, Bl. 10v-11

vorschlugen. Dieser Antrag basierte auf einer längeren Vorgeschichte und hing sehr eng mit dem ständigen Ringen von Wilhelm Feddersen (1832–1918) und Arthur von Oettingen um eine Fortsetzung des Poggendorff'schen biographisch-literarischen Handwörterbuches zur Geschichte der exakten Naturwissenschaften zusammen. Feddersen trat

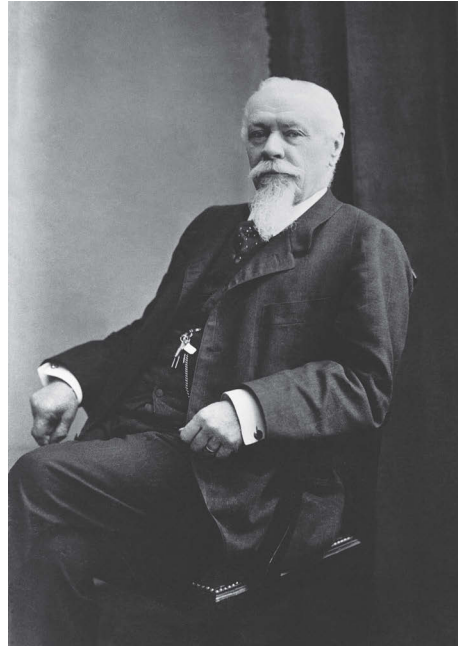


Abbildung 3.2

Arthur von Öttingen, ordentlicher Honorar-Professor für Physik in Leipzig 1894–1919, Herausgeber des Poggendorff'schen Handwörterbuches

nach einem Zerwürfnis mit dem Vertreter des Leipziger Verlages J. A. Barth nicht mehr als Bearbeiter in Erscheinung, trug aber sowohl durch fachlichen Rat als auch durch finanzielle Unterstützung entscheidend zum Erscheinen der Fortsetzungsbände 3 und 4 des Poggendorff'schen Werkes in den Jahren 1898 bzw. 1904 bei. Schließlich gelang es ihm 1911, die Fortführung des Handwörterbuches unter die Obhut des Kartells der Deutschen Akademien zu stellen und zu sichern, dass der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften von den anderen Akademien die Verantwortung für die Herausgabe des Werkes übertragen wurde.⁵¹ Auf Feddersen dürfte auch die Idee zurückgehen, einen Extraordinarius für Geschichte der Physik zu berufen und diesen zugleich die

⁵¹ Für eine ausführliche Darstellung des Engagements Feddersens sei auf [Henke 2000], Kap. 4 verwiesen. Einen Überblick über die Geschichte des Poggendorff'schen Handwörterbuches erhält man in den Vorworten zu den Bänden 7a und 7b sowie in

Bearbeitung der weiteren Bände von Poggendorffs Handwörterbuch zu übertragen. Als eine Anregung für die Professur hatte der 1905 mit Mitteln der Puschmann-Stiftung geschaffene Lehrstuhl für Geschichte der Medizin gedient, dessen Inhaber Karl Sudhoff (1853–1938) dann auch als Berater bei der Suche nach einem geeigneten Kandidaten behilflich war. Zuvor hatte Feddersen durchaus eine gewisse Überzeugungsarbeit bei den Antragstellern leisten müssen, damit sie seine Idee als eine effektive Lösung des bestehenden Problems ansahen. Als problematisch betrachtete Wiener beispielsweise 1911 die Verbindung der lexikographischen Arbeiten mit physikalischen Forschungen, betrieb aber ab Mitte desselben Jahres zusammen mit Des Coudres systematisch die Errichtung einer entsprechenden Privatdozentur.

Es war jedoch recht schwierig, einen geeigneten Kandidaten bzw. eine geeignete Kandidatin für diese Stelle zu finden. Nachdem die Verhandlungen mit Gertrud Woker (1878–1968)⁵² 1911 scheiterten, fand sich erst 1913 mit Arthur Erich Haas ein neuer Interessent und führte zu der besagten Antragstellung. Der Vorschlag löste erwartungsgemäß eine «sehr eingehende Debatte» in der Fakultätssitzung am 8. März aus. Neben einem Einspruch wegen Formfragen vermerkt das Protokoll Einwände «gegen die Abtrennung der Geschichte eines Faches von dem Fache selbst» und «gegen die Einschränkung des Lehrauftrags auf Geschichte der Physik allein». «Ferner wird hervorgehoben daß es richtiger sein werde einen Professor der Physik zu berufen mit dem besonderen Lehrauftrag für Geschichte des Faches als einen Professor für Geschichte der Physik.»⁵³ Die Angelegenheit wurde einer Kommission, bestehend aus den beiden Antragstellern, dem amtierenden Dekan Otto Hölder (1859–1937), dem Philosophen Johannes Volkelt (1848–1930) und dem Historiker Karl Lambrecht (1856–1915), zur Berichterstattung

dem Artikel [Köstler 1999].

⁵² G. Woker hatte 1903 als erste Schweizerin an der Universität Bern in Chemie promoviert und sich nach Studien in physikalischer Chemie 1907 in Bern für Geschichte der Chemie und Physik habilitiert. Ab 1911 leitete sie das Institut für Physikalisch-Chemische Biologie und war auch in der Frauen- und Friedensbewegung aktiv. Möglicherweise scheiterten die Verhandlungen an ihrem Wunsch, die Arbeit am Poggendorff von Bern aus zu leiten, und an verfrühten Meldungen in der deutschen Presse über die beabsichtigte Berufung, zu einem Zeitpunkt als wichtige Absprachen im Ministerium noch zu tätigen waren.

⁵³ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VI, Nr 87, Bl. 9



Abbildung 3.3

Berend Wilhelm Feddersen, Privatgelehrter in Leipzig

übergeben. Drei Tage später entschied sich diese Kommission für die Beantragung einer außerordentlichen Professur für Physik mit einem Lehrauftrag für Geschichte der Physik.

Parallel zu der Antragstellung in der Fakultät hatte Wiener versucht, die Haltung des Ministeriums in dieser Frage zu erkunden und erhielt eine ablehnende Reaktion. Im Ministerium vertrat man zum einen die auch heute noch anzutreffende, die Sachlage verkennende Ansicht, dass «es doch den vorhandenen Dozenten . . . möglich sein müsse, auch die nötigen historischen Kenntnisse zu übermitteln»,⁵⁴ zum anderen befürchtete man ähnliche Anträge von anderen Disziplinen. Trotz dieser ungünstigen Vorzeichen beschloss die Fakultät am 23. April, beim Ministerium den Antrag auf Ernennung von Haas zum außeretatmäßigen Extraordinarius für Physik mit Lehrbefugnis insbesondere für Geschichte der Physik zu stellen. Wie Wiener in dem Antwortschreiben an den Regierungsrat Georg Schmaltz (1862-?) bemühte sich auch die Fakultät, in dem Antrag die Bedenken des Ministeriums zu entkräften, und hob

⁵⁴ UAL, PA 524, Bl. 2

die Vorteile eines solchen Lehrangebots für die Entwicklung der Physik hervor. Insbesondere wurde das anregende Wirken von Ernst Mach (1838–1916) und dessen historischen Schriften auf die Entwicklung der Physik als vorbildlich erwähnt.

Zugleich wurde die einmalig günstige Situation betont, mit Haas einen bestens geeigneten Kandidaten vorschlagen zu können, der in der Physik und deren Geschichte gleichermaßen bewandert war. Als weitere Argumente führten die Fakultätsmitglieder in dem Antrag an, die in Lehrerkreisen erhobene Forderung nach einer größeren Berücksichtigung der Geschichte der Naturwissenschaften an der Universität, die Erweiterung der Promotionsmöglichkeiten für Studierende der Physik, da durch die Einrichtung der Professur auch Dissertationsthemen aus der Geschichte der Physik vergeben werden könnten, und die besonders geeignete Ergänzung bereits bestehender universitärer Einrichtungen wie des Instituts für Geschichte der Medizin durch diese Professur. Die Verknüpfung mit Poggendorffs Handwörterbuch wurde nur erwähnt, weil wegen der Honorierung dieser Arbeit für die nächsten Jahre von einem Gehalt für diese Professur abgesehen werden konnte.⁵⁵ Trotz all der positiven Aspekte lehnte der Minister den Antrag am 10. Mai 1913 aus formalen Gründen ab, da Haas noch nicht die nötige Dienstzeit als Privatdozent vorweisen konnte.

Während die Fakultät die Angelegenheit mit dem Vermerk, später darauf zurückzukommen, zu den Akten legte, gab Wiener nicht nach und konnte in der Fakultätssitzung von 18. Juni mitteilen, dass der «Geh[eime] R[egierungsrat] Schmaltz nach mündlichen Verhandlungen sich geneigt gezeigt habe, nunmehr auf eine Berufung des Dr. Haas einzugehen».⁵⁶ Nach erneuter Diskussion in der Fakultät wurde der Antrag in einigen Passagen geändert bzw. ergänzt und Ende Juli an das Ministerium gesandt. Nach Klärung weiterer Einzelheiten berief der Minister schließlich am 22. November 1913 Haas zum außeretatmäßigen außerordentlichen Professor für Physik mit Lehrbefugnis für Geschichte der Physik. Auf Wunsch der Fakultät wurde die Berufung rückwirkend zum 1. November ausgesprochen und Haas trat die Stelle am 29. November an. Er sollte sich der neuen Aufgabe nur zwei Jahre widmen können, ab Herbst 1915 versah er seinen Dienst als österrei-

⁵⁵ UAL, PA 524, Bl. 8–9v

⁵⁶ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VI, Nr. 87, Bl. 37

chischer Staatsangehöriger im österreichischen Heer. So blieb die von Wiener nach anfänglicher Skepsis mit großem Engagement betriebene Erweiterung der physikalischen Lehre durch die Geschichte der Physik auf Grund der widrigen Zeitumstände nur eine kurze Episode, die auch in der Nachkriegszeit keine Fortsetzung fand.

3.4 Die Geophysik etabliert sich in Leipzig

Es ist noch ein Ereignis im ersten Jahrzehnt des neuen Physikalischen Instituts zu würdigen, das nicht von der Entwicklung dieses Instituts zu trennen ist: die Einrichtung einer Professur für Geophysik. Geophysikalische Fragestellungen waren im 19. Jahrhundert in der Physik, der Astronomie und der Geologie behandelt worden, wobei für Leipzig besonders die sich um die magnetische Werte gruppierenden Untersuchungen zum Erdmagnetismus und die Bemühungen in der Meteorologie vom Aufbau eines Beobachtungsnetzes bis zur Auswertung der Daten und Ansätzen zu einer Wetterprognose, aber auch die Beiträge zu den mathematischen Grundlagen, wie Potentialtheorie und Theorie der Kugelfunktionen, hervorgehoben seien. Da die magnetische Werte eindeutig zum Physikalischen Institut gehörte, hatte die Geophysik in Leipzig bis zum Ende des ersten Jahrzehnts des 20. Jahrhunderts noch keinen institutionellen Niederschlag in der Philosophischen Fakultät gefunden. Einen wichtigen Denkanstoß, in dieser Hinsicht aktiv zu werden, erhielten die Mitglieder der Philosophischen Fakultät, als sie am 10. Juni 1910 über die Vergabe eines Lehrauftrags für Ozeanographie zu befinden hatten.

Alexander Nathanson (1878-?) hatte beim Dresdener Kultusministerium beantragt, die physikochemische und biologische Ozeanographie im praktischen und theoretischen Unterricht vertreten zu dürfen. Die Mitglieder der Fakultät rügten scharf, dass Nathanson die Fakultät umgangen und sich mit dem Gesuch direkt an das Ministerium gewandt hatte. Zugleich hoben sie hervor, «daß ein dringendes Bedürfnis nach Vertretung der Geophysik bestehe», und bildeten eine Kommission zur Ausarbeitung des Gutachtens.⁵⁷ In der folgenden Sitzung am 8. Juni 1910 wurde der Antrag Nathansons abgelehnt, da die Gefahr bestehe, dass

⁵⁷ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. V, Nr. 86, Bl. 148

dadurch eine weitere Professur in Richtung Botanik entstehen könnte, und man im Vergleich dazu die Geophysik als wichtiger einschätzte.⁵⁸ Eine unmittelbare Folge dürfte dann der im anschließenden Wintersemester von Wiener mit Unterstützung von Heinrich Bruns (1848–1919) gestellte Antrag gewesen sein, die Fakultät möge über die Einrichtung einer ordentlichen Professur für Geophysik befinden.

Bei der Ausarbeitung des erforderlichen Berichtes an das Ministerium wurde von Anfang an das wissenschaftliche Interesse in den Vordergrund gestellt. Speziell klagte Wiener darüber, dass es an einem exakt mathematisch-physikalischen Betrieb der Geophysik, insbesondere der Meteorologie, in Deutschland mangle, und konnte zur Unterstützung auf entsprechende briefliche Urteile von Vilhelm Bjerknes (1862–1951) und Richard Assmann (1845–1918) verweisen. In dem nach eingehender Diskussion verfassten Schreiben an das Kultusministerium wurde zunächst die «Geophysik als eine gesonderte und selbständige Disziplin» charakterisiert, die sich aus der allgemeinen Erdkunde herausgelöst habe und die «die Lehre von denjenigen irdischen Vorgängen» verkörpere, «deren erfolgreiche Untersuchung nur mit dem Rüstzeug des mathematisch geschulten Physikers durchzuführen ist».⁵⁹ Nach der Auflistung der verschiedenen Teilgebiete der Geophysik und dem Konstatieren, wie wichtig die einzelnen Gebiete sind, etwa die physikalische Meteorologie für die Luftfahrt, legte die Fakultät unter Verweis auf das «geophysische Institut» der Universität Göttingen dar, dass sie die bestehende «empfindliche Lücke ihres Unterrichtsbetriebes» rasch schließen wolle. Dabei gehe es ihr nicht um «eine bloße Ergänzung des geographischen Unterrichts», die man durch einen tüchtigen jüngeren Dozenten erledigen könne, sondern um die Interessen und die Entwicklung der Universität.⁶⁰

«... die Geophysik ist jetzt eine in rascher Entwicklung begriffene, selbständige Disziplin, und es dürfte unter diesen Umständen nicht gleichgültig sein, ob die Leipziger Universität bei einer solchen Entwicklung mit führt oder später durch das Vorgehen anderer Universitäten mitgeschleppt wird.»⁶¹

⁵⁸ UAL, Protokoll Phil. Fak. Bd. V, Nr. 86, Bl. 156

⁵⁹ UAL, PA 319, Bl. 3

⁶⁰ UAL, PA 319, Bl. 3v

⁶¹ UAL, PA 319, Bl. 3v

Während die Details zur Errichtung des geophysikalischen Instituts erst unter Mitsprache des zu berufenden Gelehrten geklärt werden sollten, ließ die Fakultät an der klaren Trennung des neuen Instituts von der Königlich Sächsischen Landeswetterwarte in Dresden keinen Zweifel aufkommen. Die Aufgaben beider Einrichtungen waren grundverschieden und es sollte eine ähnliche unabhängige Stellung angestrebt werden wie auf dem Gebiet der Statistik zwischen den Einrichtungen zur akademischen Lehre und dem statistischen Bureau.

Am 20. Januar 1911 wurde der Antrag ohne Nennung von konkreten Personalvorschlägen nach Dresden geschickt. Eine Unterstützung ihres Anliegens erhielt die Fakultät noch vom Leipziger Verein für Luftschifffahrt, der im März des gleichen Jahres dem Ministerium die Bitte um Begründung einer Professur für dynamische Meteorologie vortrug, da zuverlässige Wetterprognosen eine der wichtigsten Grundlagen der Luftfahrt seien, «wesentliche Fortschritte im Prognosewesen nur unter Berücksichtigung der physikalischen Gesetze und mit Hilfe mathematischer Mittel erwartet werden dürfen» und dazu «theoretisch-physikalisch und mathematisch gut geschulte» Kräfte nötig seien.⁶² Im Juni 1911 stimmte das Ministerium, vorbehaltlich der Genehmigung durch die Ständeversammlung, der Einrichtung einer Professur für Geophysik zu, jedoch sollte zunächst ein Extraordinariat ausreichen. Als Termin wurde der 1. Oktober 1912 genannt, während der Institutsbau erst ab September 1914 möglich sei. Während man einerseits unverzüglich mit der Suche nach geeigneten Räumlichkeiten für die Unterbringung des neuen Instituts, der Abschätzung des Finanzbedarfs u. ä. begann, unternahm die Fakultät andererseits nochmals einen Versuch, im Ministerium die Einrichtung eines Ordinariats zu erreichen. Zur Begründung diente erneut das Argument, dass man gute Chancen habe, den besten Mann für Geophysik nach Leipzig zu holen. Außerdem erwähnte man sehr geschickt, dass die Schäden, die in der Luftfahrt durch ungenügende Kenntnisse in der atmosphärischen Dynamik entstünden, die Kosten für das Ordinariat weit überträfen.

Der Vorstoß der Fakultät war erfolgreich und am 27. Juni bestätigte das Ministerium die Einrichtung der Professur auch als Ordinariat. Die offiziellen Berufungsverhandlungen könnten aber nicht vor der Bestä-

⁶² UAL, PA 319, Bl. 5v

tigung des Etats geführt werden. Wie aus einigen Notizen hervorgeht, hat Bruns sich möglicherweise noch in einem privaten Schreiben an den Minister bemüht, diesen dazu zu bewegen, schon vor der Etatverabschiedung Verhandlungen aufzunehmen. Diese Initiative scheint erfolglos geblieben zu sein, denn erst im Mai 1912 beriet eine Kommission über die Kandidaten zur Besetzung der Professur für Geophysik. Man einigte sich nach der Diskussion einiger Kandidaten, nur Bjerknæs und Alfred Wegener (1880–1930) in Vorschlag zu bringen. Bjerknæs wurde als Wunschkandidat «mit besonderem Nachdruck» nominiert und die «Fakultät würde es ausserordentlich bedauern, wenn es nicht gelingen sollte, Bjerknæs, von dem wir grosse Reformen erwarten, nach Leipzig zu ziehen.» Das Urteil über den 18 Jahre jüngeren Wegener war ebenfalls sehr positiv, «wenn er auch gegen einen Bahnbrecher wie Bjerknæs bei weitem zurückzustellen ist».⁶³ Schließlich äusserte die Fakultät noch den Wunsch, die durch Verlegung des Mineralogischen Instituts frei werdenden Räume für das Geophysikalische Institut zu nutzen. Letzteres wäre dann in einem Gebäude mit dem Mathematischen Institut und in unmittelbarer Nachbarschaft zur magnetischen Warte untergebracht. Dies sei für die Studierenden recht vorteilhaft und lasse die Errichtung eines eigenen Institutsgebäudes vorläufig nicht erforderlich erscheinen. Das Ministerium reagierte umgehend und konnte einen Monat später die Philosophische Fakultät vom erfolgreichen Abschluss der Berufungsverhandlungen unterrichten. Die Berufung von Bjerknæs erfolgte am 5. November 1912.

An dem gesamten Berufungsvorgang ist noch die klare Fürsprache Wieners für eine theoretische, insbesondere auf eine solide mathematische Grundlage gestützte Orientierung der Geophysik bemerkenswert. Vergleicht man dies mit Wieners Rolle bei der Besetzung des Lehrstuhls für theoretische Physik im Jahre 1903, so scheint er innerhalb weniger Jahre die Vorbehalte gegen eine mathematisch fundierte Theorie reduziert zu haben. Darin dürften sich sowohl die Fortschritte in der theoretischen Physik und die veränderte Stellung derselben im Gesamtgebäude der Physik⁶⁴ als auch die Spezifik der geophysikalischen Fragestellungen niederschlagen, die einen stärkeren Einsatz mathematischer Methoden erforderlich machten. Speziell ist dabei der sich in der

⁶³ UAL, PA 319, Bl. 27

⁶⁴ Vgl. dazu die Ausführungen im Abschnitt 2.3.

Jahrzehnten um die Jahrhundertwende vollziehende Wandel in der Geophysik von einer vorwiegend statistischen Erfassung der verschiedenen Erscheinung zu einer theoretischen und quantitativen Beschreibung derselben zu erwähnen. Für die damit verbundene Auswertung der großen Datenmengen waren mathematische Methoden unerlässlich. Zugleich dürfte dieses Vorgehen aber Wieners Vorstellungen zur Theorienbildung entsprochen haben, da sie auf einer soliden experimentellen Basis ruhte, so dass Wieners Fürsprache nicht überbewertet werden darf. Die Gründung des Geophysikalischen Instituts spiegelt somit für die Leipziger Situation nur bedingt einen Wandel im Verhältnis der Physik zur Mathematik wider.

3.5 Die Arbeit am Mathematischen Institut bis zum Jahre 1914

Die Vereinigung der früher getrennten Abteilungen des Mathematischen Instituts im neuen Institutsgebäude, dem umgebauten alten Physikalischen Institut, im Frühjahr 1905 verlief weit weniger spektakulär als die Einweihung des neuen Physikalischen Instituts. Die Räumlichkeiten des Instituts umfassten zwei mit elektrischer Beleuchtung ausgestattete Hörsäle für 154 bzw. 56 Personen, einen Seminarraum für 24 sowie einen Zeichensaal für 28 Personen, fünf Arbeitsräume für Mitglieder des Instituts, den Bibliotheksraum, ein Dozentensprechzimmer, ein Zimmer für die wertvolle Bibliothek des mathematischen Vereins, zwei Zimmer zum Anfertigen von mathematischen Modellen u. ä. sowie ein Wartezimmer und einen Fahrradraum. Damit wurden die Arbeitsbedingungen für die Mathematiker wesentlich verbessert. Die Bibliothek hatte 1909 einen Bestand von über 4400 Bänden, von denen mehr als die Hälfte von den 21 deutschen und 32 ausländischen Zeitschriften stammten (1119 bzw. 1204 Bände), die regelmäßig bezogen wurden. Zum Lehrkörper gehörten die Ordinarien Otto Hölder, Adolph Mayer (1839–1908), Carl Neumann (1832–1925), Karl Rohn (1855–1920) und Wilhelm Scheibner (1826–1908) sowie die außerordentlichen Professoren Felix Hausdorff⁶⁵

⁶⁵ Im Personalverzeichnis der Universität wird Hausdorff weder beim Personal des Mathematischen Instituts noch beim Personal der Sternwarte erwähnt, sondern lediglich als zum Lehrkörper der Philosophischen Fakultät gehörig geführt. Per-



Abbildung 3.4 Gebäude des Mathematischen Instituts

und Heinrich Liebmann (1874–1939). Diese Aufzählung täuscht aber und bedarf einer Erläuterung. Mayer und Scheibner waren auf Grund ihres Alters sowie gesundheitlicher Beschwerden nicht mehr aktiv und auch der über 70jährige Neumann hatte sein Lehrpensum verringert. Mit den vorhandenen Kräften war es nicht möglich, das notwendige Vorlesungsprogramm zu sichern, so dass Rohn bereits im Wintersemester 1904/05 eine Vorlesung an der Leipziger Universität hielt, obwohl er erst zum Sommersemester 1905 berufen wurde.

Eine erste wichtige Veränderung am neuen mathematischen Institut ergab sich im Frühjahr 1908, als innerhalb einer Woche Scheibner und Mayer starben. Da Mayer bereits 1899 auf die Fortzahlung seines Gehalts verzichtet hatte, konnte die Philosophische Fakultät nur mit der Wiederbesetzung von einer dieser mathematischen Professuren rechnen. Der dazu von ihr gebildeten Kommission gehörten neben den verbliebenen drei Ordinarien die Physiker Wiener und Des Coudres sowie der

sonal-Verzeichnis der Universität Leipzig für das Sommer-Semester 1905, Leipzig 1905, S. 19, 49f.

Astronom Bruns an. In ihrem Bericht, der ohne wesentliche Änderungen von der Fakultät auf der Sitzung vom 8. Juni 1908 angenommen wurde, schilderte die Kommission zunächst die aktuelle Situation. Sie würdigte das Entgegenkommen des Ministeriums im Jahre 1904, durch die Berufung von Rohn als Ordinarius die durch die Dispensierung Scheibners von den Vorlesungspflichten 1896 entstandene und durch den Weggang von Friedrich Engel (1861 – 1941) 1904 vergrößerte Lücke im Vorlesungsangebot wenigstens teilweise zu schließen. Nun hatte Mayer, obwohl nicht dazu verpflichtet, bis zu seinem Tod regelmäßig Grundvorlesungen, die jährlich angeboten wurden wie z. B. die Mechanik, als auch Spezialkurse, etwa zur Variationsrechnung, gehalten. Die durch Mayers Tod entstandene Lücke konnte von den vorhandenen Lehrkräften nicht geschlossen werden. Hinzu kam, dass Neumann den Wunsch vortrug, von den «vielfach mit schriftlichen Arbeiten verbundenen Übungen» auf Grund seines fortgeschrittenen Alters entlastet zu werden. Schließlich galt es noch zu berücksichtigen, «daß der Kursus der mathematischen Vorlesungen sich dadurch erweitert hat, daß die angewandte Mathematik der Prüfungsordnung eingefügt worden» war.⁶⁶

Zur Gewährleistung des mathematischen Lehrbetriebs verfügte man also nur über zwei uneingeschränkt einsetzbare Ordinarien und einen Extraordinarius. Angesichts dieser besonderen Situation beantragte die Fakultät die Berufung eines weiteren Ordinarius, bekannte sich jedoch zugleich zu ihrer früheren Feststellung, wonach unter gewöhnlichen Verhältnissen drei Ordinariate und ein Extraordinariat hinreichend sind, «um den mathematischen Unterricht in einer der Stellung der hiesigen Universität entsprechenden Weise durchzuführen».⁶⁷ Ein Ordinariat, de facto das Neumann'sche, sollte später wieder auf ein Extraordinariat reduziert werden. Durch ein Begleitschreiben des Dekans an das Ministerium, in dem die Einstimmigkeit des Beschlusses hervorgehoben wurde, sollte zugleich vorgebeugt werden, dass sich das Ministerium mit einem Extraordinariat begnüge.⁶⁸ Für die Wiederbesetzung der Scheibner'schen Stelle wurden dann in der Reihenfolge Adolf Kneser (1862 – 1930) von der Universität Breslau, der in Marburg lehrende

⁶⁶ UAL, PA 566, Bl. 5

⁶⁷ UAL, PA 566, Bl. 5v

⁶⁸ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. IV, Nr. 85, Bl. 368

Kurt Hensel (1861 – 1941) sowie gleichrangig an dritter Stelle Heinrich Burkhardt (1861 – 1914) (Zürich) und Eduard Study (1862 – 1930) (Bonn) vorgeschlagen. Bereits am 3. September teilte das Ministerium der Fakultät mit, dass alle vier Kandidaten den Ruf nach Leipzig abgelehnt hatten und man neue Vorschläge erwarte.

Die Fakultät war nun in einer schwierigen Situation. Die Auswahl der neuen Kandidaten musste gut überlegt werden, denn die Ablehnungen hatten «nicht geringes Aufsehen gemacht,» und eine weitere Ablehnung wäre für die Leipziger Universität «höchst unerfreulich».⁶⁹

Die Kommission, in der der Chemiker Ernst Beckmann (1853 – 1923)

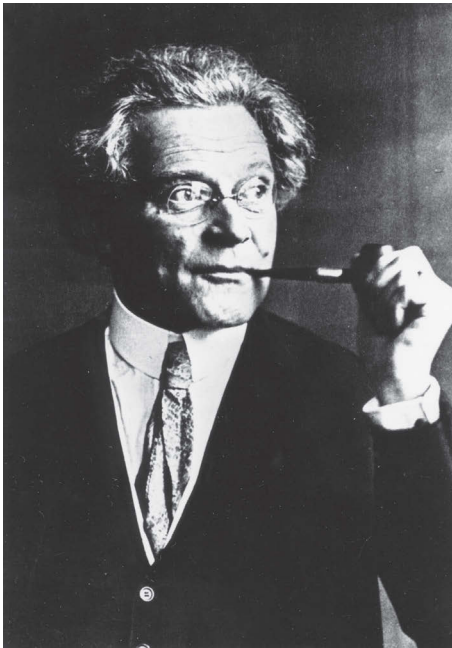


Abbildung 3.5

Gustav Herglotz, Ordinarius für Mathematik in Leipzig 1909 – 1925

den Platz von Wiener eingenommen hatte, diskutierte die Kandidaten Oskar Bolza (1857 – 1942), Gustav Herglotz (1881 – 1953) und Constantin Carathéodory (1873 – 1950). Man einigte sich, nur die beiden ersten in die engere Wahl zu ziehen und Auskünfte über beide einzuholen. Diese waren in beiden Fällen positiv und nach längerer Debatte entschloss sich die Kommission, von der ursprünglichen Absicht, beide als gleichwertig zu nennen, abzugehen und den erst 27jährigen Herglotz an erster Stelle

⁶⁹ UAL, PA 566, Bl. 17

vorzuschlagen. In der Begründung berief man sich ausdrücklich auf das Ansehen der Universität auf dem Gebiet der mathematischen Physik. Resümierend hieß es am Ende des Berichts, dass sich Herglotz trotz seiner Jugend

«durch größere Originalität und durch eine Vielseitigkeit, die ohne Beispiel ist und die bei ihm der Gründlichkeit keinen Abbruch tut, mehr empfehle. Namentlich wären auch Herglotz' nach der Seite der Physik gehende Tendenzen der Fakultät und den Vertretern der Physik von großem Nutzen und entsprächen einer vortrefflichen Tradition unserer Universität.»⁷⁰

In einem Begleitschreiben vom 17. Dezember 1908 an das Ministerium wies der Dekan darauf hin, dass die österreichische Regierung sicher versuchen würde, Herglotz an der Technischen Hochschule in Wien zu halten. Um das Fiasko einer erneuten Ablehnung zu verhindern, sollte eine Ruferteilung nicht zu leicht genommen werden und mit entsprechend günstigen Bedingungen verknüpft werden.⁷¹ Die Befürchtungen der Fakultät waren berechtigt, doch das sächsische Ministerium blieb letztlich erfolgreich und konnte der Fakultät am 19. Februar 1909 mitteilen, dass Herglotz den Ruf angenommen habe und die Stelle am 1. April antrete. Herglotz wurde zugleich Mitdirektor des Mathematischen Instituts.

Es fällt auf, dass bei der Wiederbesetzung des Scheibner'schen Lehrstuhls in keiner Phase die beiden in Leipzig tätigen Extraordinarien erwähnt wurden. Speziell Felix Hausdorff fühlte sich durch diese Art der Behandlung sehr gekränkt. Die von Bruns in diesem Berufungsverfahren vorgebrachte Anregung, wenn die Besetzung des Ordinariats geklärt ist, für Hausdorff einen Lehrauftrag zu beantragen, wurde nicht umgesetzt. In Briefen an seinen langjährigen Leipziger Kollegen Friedrich Engel sprach Hausdorff rückblickend von «der schnöden Behandlung, die ich in Leipzig erfahren habe» und von «jahrelangem Stillstand auf dem toten Geleise in Leipzig».⁷² Hausdorff sah wohl mit Recht seine Perspektive an der Leipziger Universität sehr negativ. Die antisemitischen Vorbehalte, die schon bei Hausdorffs Ernennung zum Extraordinarius

⁷⁰ UAL, PA 566, Bl. 16

⁷¹ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. V, Nr. 86, Bl. 41

⁷² Thiele/Eichhorn 1994, S. 73

spürbar geworden waren, hatten sich dem allgemeinen Zeitgeist folgend offenbar verstärkt. So verwundert es nicht, dass er, als sich die Chance zum Wechsel an eine andere Hochschule bot, diese sofort ergriff. 1910 beantragte er die Entlassung aus dem sächsischen Staatsdienst, um eine außerordentliche Professur an der Universität Bonn anzunehmen. Sie wurde ihm am 4. April 1910 vom Minister gewährt, ohne dass irgendein Versuch unternommen wurde, ihn in Leipzig zu halten. Von Bonn aus fand er sehr deutliche Worte für die Atmosphäre am Leipziger Mathematischen Institut, kritisierte «das fatal Bonzenhafte und Unerfreuliche der Leipziger Hierarchie»⁷³ und vermerkte dann:

«In Bonn kommt man sich, auch als Nicht-Ordinarius, förmlich existenzberechtigt vor, eine Empfindung, zu der ich mich an der Pleisse nie habe aufschwingen können.»⁷⁴

Auch wenn Hausdorff in seiner Verbitterung die Leipziger Verhältnisse etwas überzeichnet hat, ganz unberechtigt war seine Kritik sicher nicht. Es sei in diesem Zusammenhang nur erwähnt, dass die Mitglieder der Philosophischen Fakultät eine Eingabe des Verbandes deutscher Juden über die Zurücksetzung der Juden an den Universitäten Deutschlands im Mai 1912 kommentarlos zu den Akten nahmen und noch im Februar 1913 eine ständige Vertretung der Nichtordinarien in der Fakultät mehrheitlich ablehnten. Zwar konnte Hausdorff ab 1913 in Greifswald und ab 1921 in Bonn ein Ordinariat für Mathematik erlangen, dem bis zum Genozid getriebenen Rassenwahn konnte er sich jedoch nicht entziehen.⁷⁵

Zu Beginn des folgenden Herbstsemesters, am 1. Oktober 1910, schied auch Heinrich Liebmann aus der Philosophischen Fakultät aus und trat eine Stelle als Extraordinarius für Mathematik an der Technischen Hochschule München an. Auch in diesem Fall haben sich Fakultät bzw. Ministerium gemäß der Aktenlage nicht bemüht, Liebmann durch Verbesserung seiner Stellung zur Ablehnung des Angebots zu bewegen. Damit war die Philosophische Fakultät nur ein Jahr nach der Berufung

⁷³ Thiele/Eichhorn 1994, S. 74

⁷⁴ Thiele/Eichhorn 1994, S. 74

⁷⁵ Angesichts des bevorstehenden Abtransports in ein Vernichtungslager wählte Hausdorff mit seiner Frau im Januar 1942 den Freitod. Bezüglich des bewegenden Schicksals Hausdorffs sei auf [Neuenschwander 1996] und [Thiele/Eichhorn 1994] verwiesen.

von Herglotz hinsichtlich der Gewährleistung eines geordneten und vollständigen Lehrangebots wieder in großen Nöten. Am Mathematischen Institut gab es nun weder einen Privatdozenten noch einen Extraordinarius, die ja sowohl durch ihre unterstützende Tätigkeit für die Ordinarien als auch durch die Übernahme von Spezialvorlesungen für einen kleineren Hörerkreis eine sehr wichtige Funktion im Vorlesungsbetrieb des Instituts ausübten. Die Berufung eines Extraordinarius war also dringend erforderlich. Einerseits hatte man aber bereits früher gegenüber dem Ministerium bekundet und im Verbindung mit der Berufung Herglotz' bestätigt, dass drei Ordinarien und ein Extraordinarius ausreichen, um eine Ausbildung auf hohem Niveau zu garantieren, andererseits mussten jetzt mit vier Ordinarien deutliche Defizite konstatiert werden. In dieser Situation glaubte die Fakultät sich mit der Beantragung einer außeretatmäßigen (statt einer etatmäßigen) außerordentlichen Professur begnügen zu müssen und schlug dafür den in Göttingen lehrenden Privatdozenten Paul Koebe (1882 – 1945) vor, der zuvor bereits für die Assistentenstelle am Mathematischen Institut vorgesehen worden war. Neben den mathematischen Leistung zur Lösung funktionentheoretischer Fragen hob der Antrag Koeses sehr erfolgreiche Lehrtätigkeit hervor, so dass er «eine für die Ausfüllung der hier bestehenden Lücke sehr geeignete Lehrkraft» sei und auch bei einem etatmäßigen Extraordinariat von der Fakultät als der geeignetste Kandidat an die erste Stelle gesetzt worden wäre.⁷⁶ Offenbar stieß das Anliegen der Leipziger Mathematiker im Dresdener Ministerium auf keinen Widerspruch und die Verhandlungen verliefen reibungslos, denn schon 14 Tage nach der Antragstellung, am 2. November 1910, teilte der Minister der Fakultät die Ernennung Koeses mit. Als wenige Wochen später Neumann um seine Pensionierung zum Jahresende nachsuchte und sich damit die Chance bot, die ursprünglich vorgeschlagene und vom Ministerium akzeptierte Struktur des Lehrkörpers wieder herzustellen, beantragte die Fakultät sogleich die Umwandlung der Koebe'schen Stelle in ein etatmäßiges Extraordinariat.

Unter Verweis auf frühere Berichte wurden kurz die Veränderungen in der Zahl der mathematischen Professuren in den letzten Jahrzehnten skizziert, wobei man insbesondere vermerkte, dass die Mathematiker

⁷⁶ UAL, PA 115, Bl. 2v

bereits 1880 vier Professuren inne hatten, und auch für den Fall zurückgehender Studentenzahlen diese Zahl für notwendig empfunden werde, da «das Ineinandergreifen der mathematischen Vorlesungen eine häufige Wiederholung gewisser Vorlesungen erfordert».⁷⁷ Das ebenfalls als Argument angeführte Fehlen von jüngeren Lehrkräften seit dem Herbst 1910 muss auch als nochmaliges Eingeständnis von Fehlern in der Nachwuchsförderung angesehen werden. Das Ministerium folgte dem Antrag der Fakultät und berief Koebe am 1. März 1911 zum etatmäßigen außerordentlichen Professor am Mathematischen Institut.

Im gleichen Monat konnte die Fakultät nach längerer Zeit wieder ein Habilitationsgesuch für Mathematik behandeln. Der Hilbert-Schüler Robert König (1885–1979) hatte mit einer funktionentheoretischen Arbeit die Zulassung zur Habilitation beantragt. Nach Eingang der ministeriellen Genehmigung und der Beurteilung der Arbeit durch Hölder, Rohn und Herglotz absolvierte König im Mai 1911 die übrigen Habilitationsleistungen zur vollsten Zufriedenheit der Kommission, erhielt am 24. Mai die *Venia Legendi* und nahm die durch Koebes Berufung frei gewordene Assistentenstelle ein. König lehrte jedoch nur drei Jahre in Leipzig. Im Frühjahr 1914 nahm er einen Ruf auf ein etatmäßiges Extraordinariat an der Universität Tübingen an und erhielt seine Entlassung als Assistent des Mathematischen Instituts. Ein Versuch, ihn zur Fortsetzung seiner Lehrtätigkeit in Leipzig zu veranlassen, wurde nicht unternommen. Letzteres unterblieb wohl, da man der Tübinger Offerte nichts Gleichwertiges entgegenzusetzen hatte.

Wenige Wochen später drohte auch der Verlust von Koebe. Diesem war die Nachfolge von Johannes Thomae (1840–1921) in Jena angeboten worden, und die Fakultät musste dem Ministerium berichten, ob Koebes Verbleib in Leipzig dringend wünschenswert sei. Ein Jahr zuvor, als es galt, Koebes Ruf an die Universität Basel abzuwenden, hatte Hölder im Namen der Fakultät den drohenden Weggang Koebes als empfindlichen Verlust bezeichnet und das Ministerium um entsprechende Maßnahmen gebeten. Diesmal entschied die aus den Ordinarien für Mathematik, Physik, Astronomie und Geophysik bestehende Kommission gegen Koebe. Prinzipiell wurde die Schaffung eines vierten mathematischen Ordinariats bei gleichzeitiger Streichung des Extraordinariats nicht als

⁷⁷ UAL, PA 115, Bl. 7

günstig für die Entwicklung der Mathematik in Leipzig eingeschätzt, da das Extraordinariat, «wenn es frei wird, Gelegenheit zur Gewinnung jüngerer Lehrkräfte oder zur Beförderung vorhandener Dozenten gibt und in folgedessen auch Privatdocenten anzieht».⁷⁸ Zugleich äußerten Hölder, Bruns, Herglotz und Rohn Bedenken, ob Koebe der geeignete Mann für ein Ordinariat sei, wobei speziell dessen Lehrtätigkeit kritisiert wurde. Schließlich war man überzeugt davon, einerseits den Lehrbetrieb im erforderlichen Umfang sowie in guter Qualität sichern zu können und andererseits die Stelle bald wieder mit einer geeigneten Person besetzen zu können. Auch eine Bittschrift der Studenten konnte die Fakultät in ihrer Haltung nicht umstimmen. Koebes Weggang wäre ein Verlust, aber die zu machenden Zugeständnisse wären zu groß. Koebe trat die Professur in Jena zum Wintersemester 1914/15 an.

⁷⁸ UAL, PA 115, Bl. 17

4 Der Erste Weltkrieg und die ersten Jahre der Weimarer Republik

Der Ausbruch des Ersten Weltkrieges hinterließ im Universitätsleben deutliche Spuren. In der aufgeregten, chauvinistisch aufgeheizten Atmosphäre verfielen die meisten der Leipziger Hochschullehrer und Studenten wie die Mehrzahl der Angehörigen anderer deutscher Hochschulen und der überwiegende Teil der deutschen Bevölkerung in eine allgemeine Kriegseuphorie. Den Krieg als unvermeidbar und notwendige Reaktion auf die gegen Deutschland gerichtete Politik der Entente-Mächte ansehend, eilten viele von ihnen zu den Waffen, um «das Vaterland zu retten» und den Feind in einem vermeintlich kurzen Krieg zu schlagen. So hatten im Wintersemester 1914/15 beispielsweise 54,2% der an der Leipziger Philosophischen Fakultät eingeschriebenen Studenten ihr Studium nicht aufgenommen bzw. nicht fortgesetzt und waren als Soldat oder als Helfer des Roten Kreuzes im Einsatz. Diese Zahl stieg bis auf 79% im Sommer 1918. Die Statistik zeigt jedoch deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Fachrichtungen, so sollen immerhin 94,6% der für Mathematik immatrikulierten noch im Winter 1914/15 ihr Studium fortgesetzt haben. Zu den Lehrkräften, die sich bereits bis September 1914 zum Heeresdienst gemeldet hatten, gehörten auch die Physiker Des Coudres und Marx sowie der auf physikalisch-chemischen Gebiet arbeitende Carl Schall (1856 – 1939). Insgesamt waren zu diesem Zeitpunkt 45 Professoren und Privatdozenten der Philosophischen Fakultät im Kriegsdienst. Bereits zuvor hatte das Ministerium für geistliche und Unterrichts-Angelegenheiten in Berlin am 30. August 1914 verfügt, dass alle Angehörigen von Staaten, die mit Deutschland im Krieg standen, keine Lehrtätigkeit mehr ausüben durften und zu entlassen waren. An der Leipziger Universität betraf dies 10 Lektoren und Assistenten. Da

sich Deutschland in völliger Verkennung der realen Lage nicht auf einen längeren Krieg vorbereitet hatte, traten mit zunehmender Kriegsdauer schwerwiegende wirtschaftliche Probleme auf, bis hin zur ungenügenden Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln. An die Stelle der schnell verflogenen Euphorie traten zunehmend soziale Spannungen und der Kampf ums Überleben. Bis zum Ende des Krieges wuchs die Zahl der durch Kriegseinwirkungen gestorbenen Studenten und Universitätsangehörigen der Alma mater Lipsiensis im Vergleich zum Personalbestand zu Beginn des Krieges auf über 25%.

An den Universitäten wurde die Durchführung eines geregelten Studienbetriebes immer schwieriger. Das Preußische Kriegsministerium forderte im September 1917 alle Studentinnen auf, sich zur Arbeit in Rüstungsbetrieben zu melden und ihr Studium zu diesem Zwecke zu unterbrechen. Im Wintersemester 1917/18 musste die Universität Leipzig zeitweise wegen Kohlemangels geschlossen werden. Die soziale Fürsorge für die Studierenden, die Brot- und Magenfrage, wie der Leipziger Rektor Rudolf Kittel (1853–1929) es nannte, wurde immer mehr zur zentralen Aufgabe, der sich auch der neu gegründete Akademische Hilfsbund widmete.⁷⁹ In seiner Rede zum Rektorwechsel am 31. Oktober 1919 hob Kittel «die Förderung des studentischen Ernährungs- und die des Wohnungswesens» als dringendste Aufgabe der neuen Zeit deutlich hervor.⁸⁰

Der aus der Novemberrevolution und dem Sturz der Monarchie hervorgegangenen Republik standen die meisten deutschen Professoren ablehnend gegenüber, was sie nicht selten offen zum Ausdruck brachten. In ihrer konservativen, national-kaisertreuen Haltung waren sie bemüht, grundlegende Reformen an den Universitäten zu unterbinden. Es ist symptomatisch für die allgemeine gesellschaftliche Entwicklung der Weimarer Republik, dass das Wirken der Professoren gegen die Reformbestrebungen sehr erfolgreich war und im Hochschulwesen wie im Verwaltungsapparat und vielen anderen Bereichen des Staates keine Zerschlagung der alten Strukturen erfolgte. Die wesentlichsten Veränderungen in den Nachkriegsjahren beschränkten sich an den Universitäten auf

⁷⁹ Der Leipziger Ortsausschuss des Akademischen Hilfsbundes wurde am 26. Januar 1916 gegründet.

⁸⁰ UAL, Rektorwechsel an der Universität Leipzig am 31. Oktober 1919. Rede des abtretenden Rektors Dr. Rudolf Kittel. S. 19

eine Zunahme der weiblichen Studierenden, letztlich ein Ausdruck der verbesserten rechtlichen Stellung, die den Frauen in der neuen Republik eingeräumt wurde, und die Bildung demokratisch gewählter Allgemeiner Studentenausschüsse (AStA). Das Machtmonopol der Ordinarien blieb unangetastet. Die Verhältnisse an vielen Universitäten waren in jenen Monaten unübersichtlich. In Leipzig legte O. Hölder Ende 1918 nach einigen Aufregungen und Unruhen um das Hissen der roten bzw. der Landes-Fahne auf dem Hauptgebäude der Universität, sein Amt als Rektor nieder. Zwei weitere Wechsel im Rektorat während der nächsten Semester verdeutlichen die anhaltende Unruhe. Erst allmählich gelang die Rückkehr zu einem geregelten Lehrbetrieb. Die Bewältigung des Ansturms der zurückkehrenden Kriegsteilnehmer stellte ein besonderes Problem dar, das in den ersten Nachkriegssemestern unter den schwierigen äußeren Bedingungen gelöst werden musste. Auch wenn die Zahl der Studierwilligen durch den Krieg stark reduziert war, so musste doch für mehrere Jahrgänge gleichzeitig ein ausgewogenes Studienprogramm angeboten werden. Hinzu kam, dass es zugleich galt, die während des Krieges entstandenen Lücken im Vorlesungszyklus zu schließen. Zu diesem Zweck wurde in den Wintersemestern 1918/19 und 1919/20 jeweils von Februar bis April ein Zwischensemester eingeschoben.

Eine wichtige strukturelle Änderung wurde in der Philosophischen Fakultät gleich nach Kriegsende vollzogen: die Teilung der Fakultät in eine philologisch-historische und eine mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung. Einen Antrag auf Bildung einer selbständigen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät hatten zehn Mitglieder der mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektion der Fakultät schon am 1. Juli 1914 vorgelegt, doch war die Beratung darüber wegen des Kriegsausbruchs nicht über einen ersten Gedankenaustausch hinausgekommen. Es verwundert daher nicht, dass Wiener nahezu unmittelbar nach Kriegsende, in der Fakultätssitzung am 29. Januar 1919, im Namen der 3. Sektion, d. h. der Naturwissenschaftler und Mathematiker, den Antrag erneuerte. Nach eingehender Diskussion lehnten die meisten Fakultätsmitglieder, auch innerhalb der 3. Sektion, die Einrichtung von zwei völlig getrennten Fakultäten ab und plädierten «für Beibehaltung einer gewissen Verbindung, insbesondere für Abstimmung der alten Gesamtfakultät in Berufsfragen.» Als Argumente für die weitgehende Trennung wurden die zu erwartende Zeitersparnis geltend gemacht

sowie speziell die Möglichkeit, «die Organisation des Unterrichts im kleineren Kreise der fachlich einander näher stehenden Kollegen eingehender beraten und zweckmäßiger gestalten zu können.»⁸¹ Dem standen jedoch zahlreiche Gegenargumente gegenüber, wie die Einheit der in der jetzigen Fakultät vertretenden Wissenschaften, die notwendige Rücksicht auf die Studenten, die noch mehr zur Einseitigkeit neigen würden, die Schwierigkeiten der Grenzfächer wie Philosophie, Geographie und Geologie, die Minderung des Ansehens und des Einflusses sowie verschiedene Probleme in Finanzfragen. Schließlich entschieden sich die Fakultätsmitglieder bei zwei Gegenstimmen und einer Stimmenthaltung für das «Fortbestehen einer Fak[ultät], mit tunlichster Teilung der Geschäfte nach Sektionen», lehnten die völlige Aufspaltung mit 19 gegen 7 Stimmen ab und bildeten eine Kommission zur Ausarbeitung von Richtlinien.⁸² Der zugleich vorgelegte Antrag auf Errichtung einer wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät wurde nicht näher diskutiert, fand aber später im Frühsommer 1921 mit der Schaffung einer wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Abteilung innerhalb der Gesamtfakultät eine entsprechende Realisierung. In der Sitzung vom 14. April 1919 wurde dann der Bericht der Kommission zur Bildung der selbständigen mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung bei einer Gegenstimme angenommen und festgelegt, dass die Leiter der beiden Abteilungen innerhalb der Fakultät ebenfalls als Dekan bezeichnet werden sollen. Die Ausarbeitung der neuen Satzung für die Gesamtfakultät erstreckte sich bis zum Herbst 1919. Doch kaum war die Satzung am 18. Dezember endgültig durch die Fakultät angenommen worden, musste die gesamte Problematik erneut auf die Tagesordnung gesetzt werden, da das Dresdener Ministerium für die neue Universitätsverfassung die Trennung der Fakultät in zwei Teile vorsah. Die Fakultät verwahrte sich jedoch gegen die Beeinträchtigung der Rechte der Gesamtfakultät und erreichte die vorläufige Genehmigung der vorgeschlagenen Satzung.⁸³ Die interimistische Leitung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung übernahm Hölder. Mit der Einrichtung von Abteilungen gelang es der Fakultät, dem gewachsenen Stellenwert der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer Rechnung zu tragen und eine effektivere

⁸¹ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VI, Nr. 87, Bl. 325

⁸² UAL, Protokoll Phil. Fak. Bd. VI, Nr. 87, Bl. 326

⁸³ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VII, Nr. 88, Bl.19, 33

Arbeitsstruktur zu schaffen, ohne aber ihr Ansehen und ihre Stellung innerhalb der Universität zu schwächen.

Zu den ungünstigen Rahmenbedingungen für die Entwicklung der Wissenschaften in Deutschland in dem ersten Nachkriegsjahrzehnt gehörten die schlechte finanzielle Ausstattung der Universitäten, die Vernichtung von Vermögenswerten der Universitäten durch die Inflation bis 1923 und die zeitweise fast vollständige Isolierung der deutschen Gelehrten vom internationalen Wissenschaftsbetrieb. Die von Karl Lambrecht initiierte und 1913/14 geschaffene «König-Friedrich-August-Stiftung für wissenschaftliche Forschung», die sich ausschließlich der Förderung der kultur- und geisteswissenschaftlichen Forschung widmen sollte und als sächsisches Pendant zur Berliner Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft auf dem Gebiet der Geisteswissenschaften konzipiert war, hatte zwar noch vor Kriegsbeginn, am 31. Juli 1914, die Gründung von zehn eigenständigen Forschungsinstituten beschließen können⁸⁴, doch endete ihre Blüte durch das Kriegsgeschehen noch ehe sie richtig begonnen hatte. Die Inflation vernichtete fast das gesamte Stiftungsvermögen. Die Bemühungen, die Stiftung Mitte der 20er Jahre wieder auf eine solide Finanzbasis zu stellen, scheiterten, da nur kleinere Summen gespendet wurden.⁸⁵

Die Isolierung der deutschen Wissenschaftler äußerte sich besonders deutlich in ihrem Ausschluss von internationalen Konferenzen und dem Unterbinden einer bi- oder multilateralen Zusammenarbeit auf offizieller Basis. Erst 1928 konnten beispielsweise deutsche Mathematiker wieder am Internationalen Mathematiker-Kongress in Bologna teilnehmen. Anfangs konnte diese Barriere nur durch das Fortbestehen der zahlreichen persönlichen Bekanntschaften durchbrochen werden. Auch nach der allmählichen Rückkehr zu einem normalen wissenschaftlichen Verkehr um die Mitte der 20er Jahre wirkten die alten Ressentiments teilweise noch lange nach. Doch natürlich gab es auch positive Ausnahmen wie Bohr in Kopenhagen, der schon frühzeitig die Kontakte und den intensiven Gedankenaustausch mit den deutschen Kollegen wieder aufnahm. Im Folgenden soll die skizzierte Entwicklung an den mit der Physik bzw. der Mathematik verbundenen Leipziger Universitätsinstituten genauer betrachtet werden.

⁸⁴ Bis zum Jahresende wurden noch zwei weitere Forschungsinstitute gegründet.

⁸⁵ Für eine genauere Analyse der Stiftungsgeschichte vgl. [Wiemers 1994].

4.1 Die Leipziger Physiker während und nach dem Ersten Weltkrieg

Knapp zwei Monate nach Kriegsausbruch, am 29. September 1914, kam die Philosophische Fakultät zu einer außerordentlichen Sitzung zusammen und beriet darüber, ob die im militärischen Dienst befindlichen Kollegen als unabhkömmlich an die Universität zurückgeholt werden sollten. Wie man erwarten durfte, sprachen sich die Mitglieder der Fakultät gegen eine solche Maßnahme aus. In der gleichen Sitzung sah sich Wiener als Direktor des Physikalischen Instituts zu der Erklärung veranlasst, dass das wohl von außen aufgebrachte Gerücht über die Beschäftigung feindlicher Ausländer, d. h. von Personen, die aus Ländern stammten, mit denen sich Deutschland im Kriegszustand befand, völlig grundlos sei.⁸⁶ Wiener war sich der Brisanz dieser Situation bewusst und hatte das Problem in seinem Institut bereits im direkten Kontakt mit dem Ministerium geklärt. Es handelte sich um Wieners Assistent Alexander Goldmann (1884 – 1971), der als Russe zu den «feindlichen Ausländern» gehörte. Noch vor der Verabschiedung der Verordnung über die Entlassung dieser Personen durch das Berliner Ministerium hatte Wiener im Dresdener Kultusministerium angefragt, wie mit Goldmann zu verfahren sei, und zugleich zu erkennen gegeben, dass er seinen Assistenten gern weiterbeschäftigen würde. Goldmann hatte ab 1905 in Leipzig studiert und 1908 bei Wiener promoviert. Als er nach der Rückkehr nach Kiew wegen seiner jüdischen Abstammung keine Anstellung fand, hatte Wiener den talentierten jungen Physiker als Assistent ans Physikalische Institut geholt. Eine Entlassung erwies sich jedoch als unvermeidlich. Da Goldmann völlig mittellos war und es für ihn keine Chance auf eine andere Anstellung in Deutschland gab, war es sehr wichtig, dass er im Falle seiner Entlassung die Möglichkeit zur Rückkehr nach Russland erhielt. Wiener gelang es, wenigstens dies für Goldmann in die Wege zu leiten. Am 18. September 1914 erhielt dieser die Genehmigung zur Ausreise, zwischenzeitlich hatte ihn Wiener noch privat finanziell unterstützt.

Gegen Ende des Wintersemesters forderte das Ministerium dann eine gutachterliche Äußerung zu dem Plan, Übungen, wie sie der Privatdo-

⁸⁶ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VI, Nr. 87, Bl. 129f.

zent Füchtbauer als pädagogisch-physikalisches Praktikum mit gutem Erfolg für künftige Lehrer abgehalten hatte, zu einem festen Bestandteil des Lehrprogramms zu machen und dafür ein etatmäßiges Extraordinariat zu begründen. Die von der Fakultät eingerichtete Kommission lehnte den Plan bei zwei Gegenstimmen wegen grundsätzlicher Bedenken ab. Die Bedenken richteten sich gegen die mehr praktische und nicht rein wissenschaftliche Zwecksetzung der Lehrveranstaltungen. Außerdem bestünde die Gefahr, dass andere naturwissenschaftliche Fächer ähnliche Ansprüche erheben könnten, und dass diese Lehrveranstaltungen entweder zu Lasten der theoretischen Ausbildung gehen oder die Studienzzeit verlängern würden. Die Mehrheit der Kommission empfahl, versuchsweise unter der Oberaufsicht des Institutsdirektors einen Privatdozenten, unterstützt durch einen Lehrer, mit der Durchführung dieser Übungen zu beauftragen. Die Gegenstimmen kamen von den beiden Physikprofessoren Wiener und Des Coudres, die für die Einrichtung einer solchen Professur für Didaktik der Physik plädierten und ein Separatvotum vorlegten. Wiener hatte Füchtbauer bei der aufwendigen Einrichtung dieser Übungen sehr unterstützt und ihm die Möglichkeit verschafft, die Erfahrungen mit diesen Praktika an anderen Universitäten kennenzulernen, um sie im Leipziger Kursus zu berücksichtigen. Nach eingehender Diskussion nahm die Fakultät den Kommissionsbericht mit drei Gegenstimmen und einer Stimmenthaltung an und verhinderte damit die stärkere Berücksichtigung der Didaktik in der Ausbildung der Physik-Lehrer.

Obwohl Füchtbauer ab Herbst 1913 für ein Jahr aus gesundheitlichen Gründen beurlaubt war, einen langen Kuraufenthalt absolvierte und als kriegsuntauglich eingestuft wurde, meldete er sich 1915 freiwillig zum Kriegsdienst und wurde in einer Fliegerschule eingesetzt. Von dort nahm er einen Ruf als außerordentlicher Professor an die Universität Tübingen zum 1. Oktober 1916 an.

Am 3. November 1915 wandten sich Wiener und Des Coudres mit dem Antrag an die Philosophische Fakultät, den im Heeresdienst befindlichen Jaffé zum außeretatmäßigen außerordentlichen Professor zu ernennen. Warum sie ein halbes Jahr früher den gleichen Antrag kurzfristig zurückzogen, konnte nicht ermittelt werden. Der der Fakultät vorgelegte Kommissionsbericht beschrieb Jaffés Übergang von der physikalischen Chemie zur Physik, lobte, dass er «auch die ma-

thematisch-theoretischen Methoden in einer Weise handhaben lernte, wie man es selten bei solchen antrifft, die von der Chemie und der Experimentalphysik herkommen»,⁸⁷ und hob die neuen theoretischen Einsichten in den Mechanismus der elektrolytischen Leitung sowie in die Elektronentheorie der Metalloptik hervor. Zugleich sei er ein «glänzender Hochschullehrer». Im Februar des nächsten Jahres erfolgte Jaffés Ernennung.

Sieht man von den Kriegsdienstleistungen ab, so gab es in den Kriegsjahren keine weiteren personellen Veränderungen. Trotz der schwierigen Rahmenbedingungen der Nachkriegszeit schlugen Wiener und Des Coudres am 26. November 1919 die Schaffung eines Extraordinariats für Radiophysik vor. Die zur Erarbeitung eines entsprechenden Berichts gebildete Kommission holte von mehreren führenden Physikern Gutachten sowohl zur allgemeinen Notwendigkeit, eine solche Professur einzurichten, als auch zu konkreten Personalverschlagen ein. Nach mehreren Diskussionen beschloss die Kommission am 23. Februar 1920 die folgende Vorschlagsliste: 1. Erich Marx (Leipzig), 2. Georg Jaffé (Leipzig), 3. Ernst Wagner (1876–1928) (München). In dem Antrag an das Ministerium in Dresden, der am 1. März abgeschickt wurde, hob die Fakultät die große Bedeutung hervor, die die Radiophysik in den letzten Jahren gewonnen hatte. Dabei verstand man unter Radiophysik Forschungen zur Gasentladungsphysik, zur Radioaktivität und zu Röntgenstrahlen bis hin zu den Berührungspunkten mit der drahtlosen Telegraphie und hatte die Bezeichnung Radiophysik bewusst gewählt, um eine klare Abgrenzung zur Radiochemie auszudrücken. Letztlich ging es also um die angemessene Repräsentation eines Forschungsgebietes der modernen Physik, das in den letzten Jahrzehnten einen großen Aufschwung erfahren hatte und begann, sich als Subdisziplin zu etablieren. An einer Reihe von Universitäten und Hochschulen war es bereits, wenn auch unter verschiedenen Namen, durch Professuren vertreten. Die Universität Leipzig konnte hier nicht länger abseits stehen, und der Antrag entsprach ganz den Vorstellungen zur Reform der Universität, «wonach künftighin wichtige Fächer oder Teilfächer nicht der zufälligen Vertretung durch unbesoldete Dozenten, sondern einer planmäßigen Professur anvertraut werden sollen».⁸⁸ Da die gegenwärtige Finanzlage

⁸⁷ UAL, PA 602, Bl. 15v

⁸⁸ UAL, PA 718, Bl. 28



Abbildung 4.1

Erich Marx, ao. Professor für Physik 1907–1920, für Radiophysik 1920-1933 in Leipzig

nicht die Schaffung eines neuen Instituts für Radiophysik erlaubte, verzichtete die Fakultät ausdrücklich auf die Beantragung eines Ordinariats. Sie ließ es auch offen, ob eine stärker theoretische oder experimentelle Ausrichtung der Professur erfolgen sollte. Die Letztere dürfte jedoch im Vordergrund gestanden haben, da bei der Beurteilung von Marx vornehmlich experimentelle und anwendungsorientierte Resultate genannt wurden. Außerdem wurde auf die günstige Einschätzung des Kandidaten durch Einstein, Lorentz und Svante Arrhenius (1859–1927) hingewiesen. Das Ministerium folgte dem Antrag der Fakultät und berief Marx zum 1. Mai 1920 zum planmäßigen Extraordinarius für Radiophysik, der fortan die gleichnamige Abteilung am Physikalischen Institut leitete.

Im gleichen Jahr wurde auch die Abteilung für angewandte Physik geschaffen, deren Leitung der Inhaber der gleichnamigen Professur, Hermann Scholl, übernahm. Mit der Einrichtung der verschiedenen Abteilungen wurden in der Struktur des Instituts einigen Entwicklungen in der Physik Rechnung getragen. Sie lagen aber zunächst alle in experimenteller Richtung. Zwei Jahre später, 1922, sahen die beiden Ordinarien für Physik erneut die Notwendigkeit, einem physikalisch-chemischen



Abbildung 4.2
Hermann Scholl, ao. Professor
für angewandte Physik in Leipzig
1910 – 1923

Forschungsgebiet, der technischen Thermodynamik, durch die Einrichtung einer planmäßigen außerordentlichen Professur eine hervorgehobene Vertretung in der Lehre zu sichern. Vorausgegangen waren von verschiedenen Seiten an das Kultusministerium in Dresden herangetragene Anregungen zur Verbesserung des Studiums für zukünftig in der Technik⁸⁹ tätige Studierende und eine Aufforderung des Ministeriums an die Fakultät zur Stellungnahme. Die Fakultät begrüßte die Anregungen und nahm dies zum Anlass, zur Schließung einer empfindlichen Lücke «im hiesigen physikalischen Unterrichte ... die Begründung eines planmäßigen Extraordinariats für technische Thermodynamik» zu beantragen.⁹⁰ Die von der Fakultät angeführte Argumentation beschrieb eindrucksvoll den sich vollziehenden Wandel in den Studieninteressen und die veränderten theoretischen wie praktischen Anforderungen der Wirtschaft an die Universitätsabsolventen:

«Vor dem Kriege rekrutierten sich auch in Leipzig die physikalischen Doktoranden fast ausschließlich aus Kandidaten für das

⁸⁹ Tätigkeit in der Technik bedeutete eine Beschäftigung in der Wirtschaft schlechthin und diente vor allem einer Abgrenzung von Anstellungen im Staatsdienst, insbesondere als Lehrer.

⁹⁰ UAL, PA 472, Bl. 54

höhere Lehramt. Ihre technischen Interessen lagen zunächst auf den verschiedenen Gebieten der Elektrotechnik, und erst in zweiter Linie auf dem Gebiete unserer thermodynamischen Motoren. Beiden Anforderungen konnte durch dieselbe Lehrkraft genügt werden. Seit Friedensschluß fehlen im physikalischen wie theoretisch-physikalischen Institute die Schulamtsanwärter als selbständige Praktikanten, mit verschwindenden Ausnahmen, vollkommen. Offenbar aus wirtschaftlichen Gründen, da die Promotion für ihre Laufbahn gegenwärtig eben zu einem unerlaubten Luxus geworden ist. Dafür stellten sich jetzt Herren, die später auf industriellem Gebiete tätig sein wollen, in so großer Zahl ein, daß sie aus Mangel an Platz und Apparaten, in jüngster Zeit leider gar nicht alle mit den gewünschten physikalischen Doktorarbeiten betraut werden konnten. Die berechtigten Ausbildungsbedürfnisse dieser neuen Art von Schülern sind nun nach der technischen Seite unvergleichlich viel weitgehender als die der Lehramtskandidaten. ...

Der über Nacht entstandene Ruf nach Physikern mit Universitätsausbildung von Seiten der mannigfaltigsten Industrien, besonders der chemischen und der keramischen hängt damit zusammen, daß uns die Kohlenknappheit zur rationellsten Ausnutzung der Kohle und zur sparsamsten Wärmewirtschaft zwingt.»⁹¹

Nach einer Aufstellung, welche Lehrinhalte in der technischen Thermodynamik zu vermitteln wären, und der Bemerkung, dass diese Ausbildung wegen einer anderen Schwerpunktsetzung an einer technischen Hochschule nicht geleistet werden kann, folgten die Personalvorschläge der Fakultät, die sich auf Fredenhagen konzentrierten. Die außerdem genannten Richard Becker (1887 – 1955) und Friedrich Noell (1881 – 1967) waren beide in der Industrie in Rheinau bzw. Würzburg beschäftigt. Ihre Nominierung stellte eine Art Notlösung dar, da es sehr wenige Kandidaten gab, die geeignet und geneigt wären, als Extraordinarius zu wirken. Es muss hervorgehoben werden, dass die zur Formulierung des Berufungsvorschlags gebildete Kommission zwar recht schnell Einigkeit erzielte, dass die technische Physik an der Universität vertreten sein sollte, die personelle Entscheidung aber länger als gewöhnlich dauerte. So legte der Mathematiker Leon Lichtenstein (1878 – 1939) großen Wert auf eine kompetente Vertretung des Gebietes auch in theoretischer Hinsicht.

⁹¹ UAL, PA 472, Bl. 54 – 56

Er studierte über mehrere Wochen eingehend die Veröffentlichungen Fredenhagens, um sich ein Bild von den theoretischen Qualitäten desselben zu machen, bevor er dessen Nennung auf Platz 1 zustimmte. Außerdem wurden die Beratungen durch die schon erwähnte ungünstige Nachwuchssituation erschwert, da «die Industrie alle geeigneten Vertreter mit Beschlag belegt, so daß die technischen Hochschulen Schwierigkeiten haben, selbst ihre Ordinariate zu besetzen und in jedem Falle das überhaupt zulässige Höchstgehalt von vorn herein bieten müßten».⁹² Der Bericht mit dem Berufungsvorschlag wurde schließlich am 4. August 1922 an das Kultusministerium nach Dresden geschickt. Gemäß der Aktenlage wurde der Antrag der Fakultät jedoch nicht realisiert, denn am 8. März des darauf folgenden Jahres erteilte das Ministerium Fredenhagen die erbetene Entlassung als Professor, da er eine Stelle als Ordinarius in Greifswald angenommen hatte. Mit den beiden anderen Kandidaten wurden vermutlich keine Verhandlungen aufgenommen.

Da nach dem Tod von Scholl im Juni 1923 auch dessen Stelle zunächst nicht wieder besetzt wurde, kamen die strukturellen Veränderungen am Physikalischen Institut nur langsam voran. Angesichts des klaren Bekenntnisses der Fakultät, den neuen, von der Industrie gestellten Anforderungen an die Physikausbildung der Universitäten Rechnung zu tragen, wäre hier wie im vorangegangenen Berufungsverfahren ein stärkeres Engagement nötig gewesen, um eventuell die noch abwartende Haltung des Ministeriums zu überwinden. Zu erwähnen ist schließlich noch die Habilitation des mit Unterbrechungen seit 1907 als Assistent am Institut tätigen Ludwig Schiller (1882 – 1961) im Jahre 1921. Auf Anregung von Ludwig Prandtl hatte er sich bei einem Aufenthalt in dessen Göttinger Institut mit laminaren und turbulenten Strömungen in Kreisröhren beschäftigt, die theoretisch wie experimentell «vorzüglichen» Ergebnisse in einer Arbeit zusammengefasst und sie zur Habilitation für Physik und Luftschiffahrt eingereicht.

⁹² UAL, PA 472, Bl. 58f.

4.2 Die Hinwendung zur modernen theoretischen Physik

War bei den beiden zuletzt behandelten Berufungsanträgen schon eine leichte Zunahme der theoretischen Komponente spürbar gewesen, so kam es im Sommer 1923 zu einem für die Leipziger Verhältnisse drastischen Wandel zugunsten der theoretischen Physik. Am 4. Mai 1923 beantragten die beiden Ordinarien für Physik, Wiener und Des Coudres, sowie die drei Ordinarien für Mathematik, Hölder, Herglotz und Lichtenstein, die Einrichtung einer planmäßigen außerordentlichen Professur für mathematische Physik. Die Notwendigkeit eines solchen Schrittes wurde mit dem «außerordentliche(n) Aufschwung der theoretischen Physik in den letzten zwei Jahrzehnten» begründet. Dadurch seien umfangreiche und wichtige Zweige der Physik entstanden, die nicht mehr im Rahmen des Hauptkollegs gelehrt werden konnten. Als die wichtigsten dieser Gebiete wurden genannt: 1. kinetische Gastheorie, 2. Elektronentheorie, 3. theoretische Optik, 4. Relativitätstheorie und 5. Quantentheorie.

«Die ersten drei Gegenstände vermitteln den Uebergang von der klassischen theoretischen Physik zu der neuesten Phase der Entwicklung, die durch Relativitäts- und Quantentheorie gekennzeichnet wird.

Alle fünf Kapitel sind nicht nur für den angehenden Physiker von größter Wichtigkeit geworden, mag er sich nachher der Wissenschaft oder der Technik zuwenden, sondern auch für Lehramtskandidaten, die mit der fortschreitenden Entwicklung vertraut bleiben wollen.

Es ist unbedingt erforderlich, daß diese Gegenstände in regelmäßigen Abständen gelesen werden, und zwar in einem Umfange, der ihrer Bedeutung gerecht wird, d. h. also mindestens dreistündig. Es kann dem nichtplanmäßigen, mit Assistenten- oder gar Praktikumstätigkeit belasteten Dozenten nicht zugemutet werden, diese Kollegs über schwierige Gegenstände, die zeitraubende Vorbereitung erfordern, in dem angegebenen Umfange zu halten.»⁹³

In dem Antragsschreiben an das Ministerium folgte dann eine kurze Bemerkung zur Bedeutung der fünf genannten Disziplinen und eine

⁹³ UAL, PA 602, Bl. 35f.

genaue Auflistung, ob und in welchem Umfang diese Gebiete in den Vorlesungen am Physikalischen Institut Berücksichtigung gefunden hatten. Zur Elektronentheorie hieß es beispielsweise: «Eine zusammenfassende Elektronentheorie ... ist in Leipzig überhaupt noch nicht gelesen worden, obgleich sie die Grundlage für die Entwicklung der Relativitätstheorie gebildet hat.»⁹⁴ Schließlich wurden vier weitere Teilgebiete genannt, die ebenfalls «an der Universität Leipzig nicht die ihnen zukommende Vertretung gefunden» hatten. Es waren dies: 6. Tensoranalysis, 7. statistische Mechanik, 8. Schwankungserscheinungen in der Physik und 9. Theorie der Wärmestrahlung. Der zu berufende Extraordinarius sollte jeweils im Wintersemester eines der erstgenannten fünf Spezialgebiete behandeln, wobei wegen des außergewöhnlichen studentischen Interesses und der großen Bedeutung besonderer Wert auf die Relativitäts- und Quantentheorie zu legen sei, und im Sommersemester neben der mathematischen Vorlesung für Mediziner und Naturwissenschaftler eines der vier zusätzlichen Gebiete 6 – 9 vortragen.

Hervorzuheben an diesem Antrag sind sowohl die große der theoretischen Physik jetzt zuerkannte Bedeutung als auch die erheblichen Defizite, die bezüglich deren Repräsentanz in der Ausbildung in Leipzig eingestanden wurden. Es ist bezeichnend, dass der Ordinarius für theoretische Physik bei den Vorlesungen zu den Spezialgebieten nur einmal Erwähnung fand, zu Beginn der neueren Entwicklung einmal einstündig über die Theorie der Wärmestrahlung vorgetragen zu haben. Somit lastete die gesamte Ausbildung über die moderne Theorie auf den Schultern von im wesentlichen unbezahlten Lehrkräften und hing von deren Interessenlage sowie von deren Bereitschaft ab, neben den Forschungen einen beträchtlichen Zeitfonds für die Vorlesungstätigkeit zu opfern. Schließlich sei noch auf einen weiteren Fakt hingewiesen: Formal ging mit der Antragstellung die Vertretung der mathematischen Physik von den Mathematikern zu den Physikern über und dies scheint im völligen Einverständnis mit den Mathematikern geschehen zu sein. Daraus darf nicht gefolgert werden, dass am Mathematischen Institut dieses Gebiet nicht mehr betrieben wurde, im Gegenteil, wie später noch gezeigt wird. Man kann eher vermuten, dass es aus taktischen Gesichtspunkten geschah. Die Notwendigkeit der neuen Professur war

⁹⁴ UAL, PA 602, Bl. 36

unbestritten und mit der Benennung kam die Neuausrichtung sowie die Distanz zur klassischen theoretischen Physik deutlich zum Ausdruck. Damit dürfte die Einrichtung der neuen Professur im Ministerium leichter durchsetzbar gewesen sein als eine zweite Professur für theoretische Physik. Mit welchem Nachdruck am Physikalischen Institut die Berücksichtigung moderner Entwicklungen der theoretischen Physik betrieben wurde, belegt die Gründung der Abteilung für mathematische Physik am Theoretisch-Physikalischen Institut im Jahre 1924.

Für die Besetzung des planmäßigen Extraordinariats für mathematische Physik wurden dem Ministerium drei außerordentliche Professoren vorgeschlagen, wobei die ersten beiden nur eine außerplanmäßige Stelle innehatten: 1. G. Jaffé (Leipzig), 2. Karl Försterling (1885–1960) (Jena) und 3. Friedrich Kottler (1886–1965) (Wien). Alle drei konnten auf bemerkenswerte theoretische Ergebnisse verweisen, doch wurden die Leistungen Jaffés als die bei weitem vielseitigsten und vielversprechendsten eingeschätzt. Jaffé hatte in den vier Nachkriegsjahren in 13 theoretischen Arbeiten u. a. Probleme der Vakuumentladungen, der Hydrodynamik, der Relativitäts- und der Strahlungstheorie behandelt. Auch Försterling zeichnete eine große Vielseitigkeit aus, die von der Optik über die Thermodynamik bis zur Relativitäts- und Quantentheorie reichte. Kottler hatte sich durch ausgezeichnete Arbeiten zur Relativitäts- und Gravitationstheorie einen Namen gemacht. Zugleich schätzte man Jaffés hervorragende Darstellungsgabe in den Vorlesungen, die von den anderen wohl nicht erreicht werden würde. In mathematischer Hinsicht wurden allen drei etwa gleich gute Qualitäten zugeschrieben.

Ursprünglich hatte die Kommission Walter Schottky (1886–1976) auf Platz 2 der Berufsungsliste gesetzt, doch wurde er dann nicht mehr erwähnt. Vermutlich waren aber die eingeholten Auskünfte über dessen Lehrbefähigung ungünstiger als bei den anderen Kandidaten, auch könnte eine Rolle gespielt haben, dass er bereits ein planmäßiges Extraordinariat an der Rostocker Universität bekleidete. Auch Jaffés Nominierung war in der Fakultät im Gegensatz zu der der beiden anderen Kandidaten nicht einstimmig, sondern mit drei Gegenstimmen erfolgt. Rund zwei Monate nach der Antragstellung, im Oktober 1923, erhielt Jaffé die Berufung auf die Professur für mathematische Physik. 1924 wurde er Vorstand der neugegründeten Abteilung für mathematische Physik. Jaffé lehrte noch fünf Semester in Leipzig. Im Herbst 1925 nahm



Abbildung 4.3

George Jaffé, ao. Professor für Physik 1916-1923, für mathematische Physik in Leipzig 1923–1926

er einen Ruf auf eine ordentliche Professur für theoretische Physik an der Universität Gießen an, die er am 1. April 1926 antritt. Es scheint keine Bemühungen gegeben zu haben, Jaffé in Leipzig zu halten, doch lassen die Akten vermuten, dass dieser von Anfang an die feste Absicht hatte, bei akzeptablen Bedingungen nach Gießen zu wechseln.

4.3 Die Neuprofilierung des Physikalischen Instituts

Mit den Bemühungen um die Wiederbesetzung der Jaffé'schen Professur kam am Physikalischen Institut der Leipziger Universität ein Prozess in Gang, der bezüglich des Lehrpersonals zu einer grundlegenden Umgestaltung führen sollte. Dabei bedurfte es zunächst einiger Anstrengungen, um die mit der Professur für mathematische Physik eingeleitete Neuorientierung fortzusetzen. Unmittelbar nachdem Jaffé den Ruf nach Gießen angenommen hatte, beantragten Wiener und Des Coudres am 23. Dezember 1925 als Ersatz für die frei werdende Stelle eine planmäßige Professur für angewandte Mechanik und Thermody-

namik einzurichten. Damit wurden offenbar die zwei Jahre zuvor durch den Weggang Fredenhagens unvollendet gebliebenen Bemühungen um eine stärkere Berücksichtigung der technischen Physik wieder aufgegriffen. Gleichzeitig bedeutete dies aber eine Rückkehr in das Fahrwasser der klassischen theoretischen Physik und eine gewisse Abkehr von all jenen Gebieten der modernen theoretischen Physik, die bei der Begründung der Jaffé'schen Stelle als besonders wichtig und im Zentrum der Forschung stehend beschrieben worden waren. Eine Woche später beantragten der Mathematiker Lichtenstein und Des Coudres die Wiederbesetzung der außerordentlichen Professur für mathematische Physik, also die Fortsetzung der eingeschlagenen Richtung.

Der von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der Fakultät gewählten Kommission kam somit die Verantwortung zu, über die weitere Entwicklung der physikalischen Forschung an der Universität zu entscheiden und den zu Tage getretenen Konflikt zu lösen. Des Coudres' Beteiligung an beiden Anträgen darf wohl als Ausdruck seines Interesses an der Besetzung beider Professuren und der, falls notwendig, unabhängigen Entscheidung zwischen den beiden Professuren interpretiert werden. In beiden Fällen fungierte er als zweiter Antragsteller, so dass die Initiative jeweils nicht von ihm ausgegangen sein dürfte. Der Kommission gehörten mit Des Coudres, Wiener, Weickmann, Hölder, Lichtenstein, Le Blanc und dem Dekan Bauschinger alle Ordinarien an, die durch ihre Arbeitsgebiete einen mehr oder weniger direkten Bezug zu dieser Entscheidung hatten. In eingehenden Diskussionen setzten sich die Befürworter der modernen Richtung durch.

Am 28. Januar 1926 beschloss die Kommission mit 5 : 2 Stimmen die Stelle wieder mit einem mathematischen Physiker zu besetzen. Da Wiener und Des Coudres ein Separatvotum ankündigten, darf mit hoher Wahrscheinlichkeit vermutet werden, dass die beiden Gegenstimmen von ihnen waren. Die anderen Kommissionsmitglieder verkannten nicht die Bedeutung der angewandten Physik und in der Sitzung vom 16. Februar einigte man sich nicht nur über die Kandidatenliste, sondern auch darüber, zugleich die Wiedereinrichtung der Professur für angewandte Physik zu beantragen. In dem Schreiben vom 3. März an das Ministerium für Volksbildung in Dresden wurde «mit Nachdruck darauf»⁹⁵ hingewiesen,

⁹⁵ UAL, PA 1051, Bl. 8

«daß es ihr (der Fakultät, K.-H. S.) als durchaus notwendig erscheint, das z. Zt. abgebaute planmäßige Extraordinariat für angewandte Physik wieder herzustellen. Die Wiedererrichtung der genannten Professur liegt sowohl im Interesse des Unterrichts und der Forschung als auch der Industrie.»⁹⁶

Zur Erläuterung muss hierzu noch ergänzt werden, dass die mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung im Rahmen der Diskussionen und Verhandlungen um den Abbau einiger Professorenstellen Anfang 1924 im Ministerium den Erhalt des Extraordinariats erreicht hatte. Die Professur für angewandte Physik war dabei von der Abteilung als unentbehrlich eingestuft worden. Um trotzdem die geforderte Einsparung zu erzielen, schlug man vor, die Professur interimistisch durch einen habilitierten Assistenten vertreten zu lassen, der sowohl die Lehraufgaben als auch die Assistententätigkeit ausüben sollte. Die Besoldung würde aus dem Etat der Professur erfolgen, so dass die Assistentenstelle eingespart werden könnte.⁹⁷ Da die interimistische Lösung nun bereits fast zwei Jahre bestand, war es durchaus angebracht, die Bedeutung dieses Extraordinariats durch einen Antrag auf Wiederbesetzung erneut zu unterstreichen, was auch ein Motiv für den Antrag von Wiener und Des Coudres gewesen sein kann.

Als Nachfolger von Jaffé wurden in dem Schreiben die Privatdozenten Werner Heisenberg (Göttingen), Wolfgang Pauli (1900–1958) (Hamburg) und Gregor Wentzel (1898–1978) (München) vorgeschlagen. Die Begründung für die Wahl von ausnahmslos sehr jungen Kandidaten ließ nochmals das Ringen um eine Fortsetzung der begonnenen Entwicklung deutlich werden. Die Fakultät wünschte,

«daß der jüngere Vertreter der theoretischen Physik an unserer Universität an dem Ausbau der modernen Theorie der Quanten und der Relativität aktiv beteiligt sein möchte, doch ohne dass die klassischen Theorien in den Hintergrund treten sollten.»⁹⁸

Alle drei Kandidaten waren Schüler von Arnold Sommerfeld in München, den Lichtenstein schon im Vorfeld der Beratungen am 14. Januar um eine Empfehlung für einen möglichen Nachfolger Jaffés gebeten

⁹⁶ UAL, PA 1051, Bl. 8

⁹⁷ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung, Nr. 10210/8, Bl. 41

⁹⁸ UAL, PA 1051, Bl. 6

hatte und der in seinem Antwortbrief ein Urteil über insgesamt 13 Kandidaten mit unterschiedlicher theoretischer Ausrichtung abgegeben hatte.⁹⁹ Die Auserwählten hatten sich mit wichtigen theoretischen Arbeiten einen Namen gemacht und neben der physikalischen auch eine mathematische Begabung erkennen lassen. Wentzel wurde mit einem merklichen Abstand zu den beiden Anderen genannt, von denen Heisenberg als der originellere, Pauli als der mathematisch und kritisch interessiertere eingeschätzt wurde. Heisenberg zeigte zunächst Interesse an der Stelle, lehnte aber, nachdem er das Institut besichtigt und mit Wiener und Des Coudres über die künftige Zusammenarbeit gesprochen sowie den Rat mehrerer hoch angesehener Ordinarien in Göttingen und Berlin, u. a. von Born, Einstein, von Laue, Richard Courant (1888–1972) und Nernst, eingeholt hatte, den Ruf ab. Übereinstimmend rieten diese Gelehrten Heisenberg im Interesse seiner weiteren wissenschaftlichen Ausbildung, die gerade erhaltene Assistentenstelle bei Bohr an dessen Kopenhagener Institut dem Ruf nach Leipzig vorzuziehen.¹⁰⁰ Auch Pauli, der inzwischen in Hamburg ein Extraordinariat erhalten hatte, lehnte ab. Am 28. Juli 1926 berief das Ministerium dann Wentzel zum planmäßigen Extraordinarius und erklärte ausdrücklich die «Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften» zu seinen Lehraufgaben.

Nur wenige Tage nach dem Absenden des Berichts zur Berufung eines Nachfolgers Jaffés musste erneut zur angewandten Physik beraten werden. Ludwig Schiller, der seit 1925 als außerplanmäßiger Professor in Leipzig lehrte, erhielt mit Schreiben vom 19. März 1926 von der Technischen Hochschule Aachen das Angebot, Theodor von Kármán (1881–1963) im Wintersemester 1926/27 in den Vorlesungen sowie der Leitung des Aerodynamischen Instituts zu vertreten. Außerdem wollten die Aachener Kollegen Schiller an erster Stelle für ein neues Extraordinariat für Mechanik vorschlagen. Wiener und Des Coudres reagierten umgehend, sie informierten als Direktoren des Physikalischen Instituts den Dekan von dem Angebot und baten, es Schiller noch vor den Osterfeiertagen zu ermöglichen, «im Ministerium vorzusprechen, um zu hören, ob das Ministerium in der Lage ist, ihn zum planmässigen aus-

⁹⁹ Nachlass Sommerfeld, Brief Lichtenstein an Sommerfeld, 14.1.1926, Brief Sommerfeld an Lichtenstein, 27.1.1926

¹⁰⁰ Cassidy 1995, S. 271f.

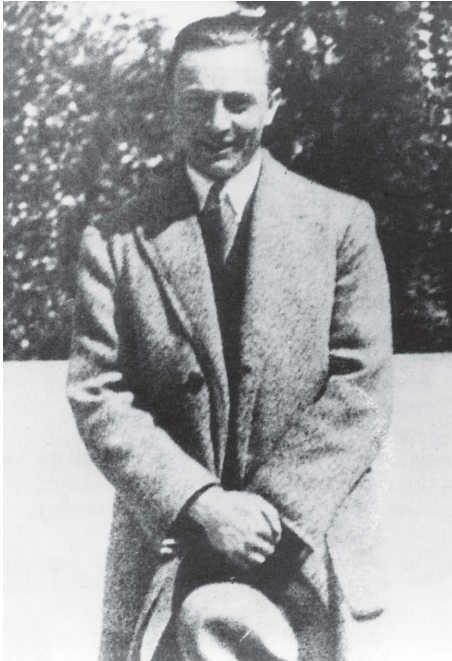


Abbildung 4.4

Gregor Wentzel, ao. Professor der mathematischen Physik in Leipzig 1926 – 1928

serordentlichen Professor für angewandte Physik zu ernennen», falls die Fakultät einen entsprechenden Antrag stellt.¹⁰¹ Sie erläuterten, dass durch die Professur für angewandte Physik vor allem die Gebiete technische Mechanik und Thermodynamik zu vertreten wären, Gebiete, deren Bedeutung schon früher im Antrag für Fredenhagen dargelegt wurde und die durch Schiller ausgezeichnet repräsentiert würden. Außerdem skizzierten sie, wie «verhängnisvoll» ein Weggang Schillers für das Institut wäre.

Der Dekan, Julius Bauschinger (1860 – 1934), leitete noch am gleichen Tag das Schreiben der beiden Institutsdirektoren mit einem unterstützenden Begleitbrief und der Bitte um schnelle Antwort an das Dresdener Ministerium weiter. Exakt eine Woche später, am 1. April, erklärte das Ministerium seine Bereitschaft, auf entsprechenden Antrag Schiller rückwirkend zum 1. April 1926 zum planmäßigen Extraordinarius zu berufen. Vorausgegangen war eine weitere Initiative Wieners, der gemeinsam mit Des Coudres und Schiller in einer Unterredung mit dem zuständigen Ministerialbeamten die Angelegenheit besprochen

¹⁰¹ UAL, PA 254, Bl. 20

und die Details geklärt hatte. Vier Wochen später ging der erforderliche Antrag der Fakultät an das Dresdener Ministerium für Volksbildung. Neben der Wiederbesetzung der planmäßigen außerordentlichen Professur für angewandte Physik durch Schiller beantragte man zugleich deren Umbenennung in eine Professur für angewandte Mechanik und Thermodynamik. Die bisherige Praxis hatte es als unmöglich erwiesen, dass eine Person sowohl diese beiden Gebiete, als auch die angewandte Elektrizitätslehre vertrete und die Fakultät erwähnte diesbezüglich ihre frühere Initiative zur Schaffung einer Professur für angewandte Mechanik und Thermodynamik. Kurz, aber eindringlich wurden die Bedeutung Schillers und der Verlust skizziert, der durch dessen Weggang für die Lehre und Forschung der Universität entstehen würden. Erwartungsgemäß folgte das Ministerium dem Vorschlag und berief Schiller am 15. Juni rückwirkend zum 1. April 1926.

Der Bericht der Fakultät zur Berufung Schillers enthielt bereits den Hinweis, dass demnächst die Stellung des Dr. August Karolus (1893 – 1972) geregelt werden müsse, der nach dem Tode Scholls dessen Professur für angewandte Physik vertreten, de facto aber nur die Vorlesungen für angewandte Elektrizitätslehre übernommen hatte und auf diesem Gebiet erfolgreich tätig war. Da Karolus noch nicht habilitiert war, hatten Wiener und Des Coudres geplant, ihm vorläufig die durch Schillers Berufung frei werdende Assistentenstelle zu übertragen und nach der Habilitation die Berufung zum planmäßigen Extraordinarius für angewandte Elektrizitätslehre anzustreben. Damit wäre die Aufspaltung der Professur für angewandte Physik in zwei gleichwertige Professuren im zweiten Versuch erfolgreich realisiert worden und die angewandten experimentellen Forschungen hätten eine deutliche Stärkung erfahren. Karolus erklärte jedoch, «daß er eine Assistentenstelle nicht mehr annehmen könne, weil er bei dem gegenwärtigen Stand seiner Arbeiten über drahtlose Bildübertragung, die ihn vielfach ins Ausland führen, Wert darauf legen müsse, daß seine Stellung jetzt geklärt und gefestigt werde.»¹⁰² Da er außerdem zwei Angebote auf eine Professur in Stuttgart bzw. auf einen Direktorposten bei Telefunken vorliegen hatte, bestand nur bei einer Berufung die Chance, Karolus in Leipzig zu halten. Die Fakultät beschloss deshalb, ihn ohne Habilitation zur Ernennung zum

¹⁰² UAL, PA 89, 1f.

planmäßigen Extraordinarius vorzuschlagen. Neben den Leistungen von Karolus erwähnte die Fakultät zur Rechtfertigung ihres Schrittes, dass die Berufung ohne Habilitation an den Technischen Hochschulen eine von alters her geübte Praxis sei, die im zunehmenden Maße auch an den Universitäten bei der Besetzung technischer Professuren Anwendung fände. Im Ministerium erkannte man die Argumentation der Fakultät an und sprach Karolus zeitgleich mit Schiller die Berufung zum planmäßigen außerordentlichen Professor aus. Am Rande sei noch vermerkt, dass diese Berufungen, obwohl später eingeleitet, noch vor der Wiederbesetzung der Professur für mathematische Physik ausgesprochen wurden.

Durch den überraschenden Tod von Des Coudres am 8. Oktober 1926 stand im Wintersemester 1926/27 erneut die Besetzung einer physikalischen Professur auf der Tagesordnung der Fakultätssitzungen und der Entscheidung kam in diesem Fall eine größere Bedeutung hinsichtlich der strategischen Ausrichtung der weiteren Forschung am Physikalischen Institut zu als bei den vorangegangenen Berufungen. Diesem Umstand war es wohl auch geschuldet, dass die Berufungskommission nach einer nachträglichen Erweiterung mit neun Mitgliedern ungewöhnlich groß war und alle Lehrstühle umfasste, die in Lehre und Forschung von der theoretischen Physik tangiert wurden. Wie bei der Wiederbesetzung der Jaffé'schen Professur hatte sich diesmal Wiener im Vorfeld der Beratungen an Sommerfeld mit der Bitte um einige Empfehlungen gewandt. Dabei betonte Wiener:

«Wir legen keinen ausschlaggebenden Wert darauf, dass der Betreffende ... auch Experimentator sei; wir wünschen vielmehr einen hervorragenden Theoretiker.»¹⁰³

und Sommerfeld möge sich «keinerlei Beschränkungen» in seinen Vorschlägen auferlegen. Gleichzeitig deutete er ein besonderes Interesse an Born und Schrödinger an und nannte Gustav Mie (1868 – 1957) und Jaffé als weitere Kandidaten, während Heisenberg und Pauli nicht in Betracht kamen, «nachdem sie uns schon bei Besetzung der Jafféschen Professur einen Korb gegeben haben».¹⁰⁴ Die von Wiener dann vorgelegte Liste von 13 Kandidaten, sechs davon hatte auch Sommerfeld

¹⁰³ Nachlass Sommerfeld, Brief Wiener an Sommerfeld, 28.11.1926

¹⁰⁴ Nachlass Sommerfeld, Brief Wiener an Sommerfeld, 28.11.1926

genannt, verdeutlichte aber, dass ihm ein Theoretiker mit gewissen experimentellen Fähigkeiten willkommen war. Er erkannte die Erfolge der theoretischen Physik durchaus an und konstatierte in der Begründung des Berufungsvorschlages, dass

«die theoretische Physik begonnen hat, außerordentlich befruchtend auf die Experimentalphysik und die Technik einzuwirken. . . . Die Theorie ist jetzt so wichtig geworden, daß große technische Werke in ihren wissenschaftlichen Stab auch Mathematiker und theoretische Physiker aufnehmen.»¹⁰⁵

Wichtig war für Wiener, dass der jeweilige Kandidat auch die Umsetzung der theoretischen Ergebnisse in der Experimentalphysik beherrschte und möglichst selbst experimentell tätig war. So hieß es dann zu dem an erster Stelle nominierten Debye, nachdem einige seiner wichtigsten Leistungen und Arbeitsgebiete skizziert wurden:

«Hervorzuheben ist besonders sein überall zutage tretender Spürsinn, der ihn beflügelt, unsichtbare Zusammenhänge zu erkennen und durch einfache mathematische Ansätze die Folgerungen daraus zu ziehen. Gerade in diesem Herausheben des Wesentlichen und der möglichen Einfachheit der mathem[a]tischen (sic!) Darstellung liegt seine Stärke; denn dadurch wird die Anwendungsmöglichkeit erleichtert. Die Verwendung schwerster mathematischer (sic!) Hilfsmittel hat eben häufig deshalb keinen Sinn, weil die damit erstrebte Genauigkeit nichts bedeutet gegenüber Einflüssen nebensächlicher Art, die fast stets vorhanden sind, aber nicht ohne weiteres erkannt werden können. Debye ist daher in erster Linie Physiker; er beherrscht zwar die Mathematik vollständig, zieht sie aber nur als Hilfsmittel heran.»¹⁰⁶

Auch der auf Platz 2 gesetzte Erwin Schrödinger wurde dadurch charakterisiert, «nicht bloß (sic!) reiner Theoretiker» zu sein, sondern «viel selbst experimentiert» zu haben, so dass «physikalische Anschauung und freie Beherrschung der mathematischen (sic!) Hilfsmittel» bei ihm «Hand in Hand» gehen.¹⁰⁷ Der als dritter Kandidat genannte Max Born wurde in deutlichen Abstand zu den ersten beiden gesetzt. Er sei «ein

¹⁰⁵ UAL, PA 398, Bl. 4f.

¹⁰⁶ UAL, PA 398, Bl. 6

¹⁰⁷ UAL, PA 398, Bl. 7, 9

glänzender Rechenmeister», beherrsche «die schwierigsten mathematischen Gebiete» doch stehe er dem Experiment «ferner als die beiden Vorgenannten». Er sei dadurch «an mathematischen Fähigkeiten ... den beiden anderen vielleicht überlegen, die dafür aber als Physiker höher zu bewerten sind».¹⁰⁸ Die Philosophische Fakultät stimmte dem Bericht der Berufungskommission zu und schickte den Vorschlag am 20. Dezember an das Ministerium für Volksbildung in Dresden. In einem Eilschreiben vom 14. Januar informierte das Ministerium bereits über die Verhandlungen mit Debye und forderte eine rasche Stellungnahme der Fakultät zu dem von Debye geäußerten Wunsch, nach der Emeritierung von Wiener dessen Lehrstuhl übertragen zu bekommen. Nach der Ansicht des Ministeriums würde eine Zusage in dieser Frage die Annahme des Rufes spürbar positiv beeinflussen, da es fraglich ist, ob man alle Wünsche Debyes erfüllen könne.¹⁰⁹ Noch bevor die Fakultät das Einverständnis der Kommission, den Wunsch Debyes zu erfüllen, zu ihrem Beschluss erheben konnte, verstarb Wiener plötzlich am 18. Januar. Folgerichtig schlug die Kommission nun vor, dem Ministerium Debye als einzigen Kandidaten für die Wiederbesetzung des Lehrstuhls für Experimentalphysik zu benennen und auf eine rasche Erledigung der Angelegenheit zu drängen, um noch vor der geplanten Amerika-Reise Debyes eine Entscheidung zu erhalten. Die Fakultät zog daraufhin am 24. Januar ihre Kandidatenliste für das Ordinariat für theoretische Physik zurück und beantragte, zunächst die Professur für Experimentalphysik mit Debye zu besetzen. Die Hoffnung der Fakultät, das Problem rasch zu lösen, erfüllte sich nicht. Zwar teilte der Minister bereits fünf Tage später mit, dass Debye eine Annahme des Rufes in Aussicht stelle, doch erst am 16. Juni telegraphierte Debye dem Dekan, dass die Annahme der Berufung wahrscheinlich gesichert sei. Nach nochmaligem Drängen der Fakultät erfolgte etwa zwei Monate später Debyes Ernennung zum Ordinarius für Experimentalphysik und Direktor des Instituts.

Inzwischen hatte die mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung der Fakultät Vorbereitungen getroffen, um dann rasch einen Vertreter der theoretischen Physik gewinnen zu können. Am 2. Juli traf sich die Berufungskommission und bereitete eine Kandidatenliste vor. So konnte

¹⁰⁸ UAL, PA 398, Bl. 9f.

¹⁰⁹ UAL, PA 398, Bl. 13

Ludwig Weickmann (1882–1961) bereits auf der Fakultätssitzung am 27. Juli 1927, als fest stand, dass Debye die Stelle in Leipzig antreten würde, den Bericht der Kommission vorlegen. Es wurden nun wieder jene drei Gelehrten nominiert, die eineinhalb Jahre vorher für das Extraordinariat für mathematische Physik benannt worden waren, wobei diesmal die Reihenfolge lautete: 1. Heisenberg, 2. Wentzel, 3. Pauli. Debye hatte sein Einverständnis mit diesen Vorschlägen erklärt. Es ist unverkennbar, dass nun nach Wieners Tod einer stärkeren theoretischen Profilierung der Forschung am Physikalischen Institut nichts mehr im Wege stand. Trotzdem wirft die obige Liste einige Fragen auf, zu deren Beantwortung leider keine Hinweise in den Archivalien gefunden wurden. Dies betrifft sowohl die veränderte Reihenfolge der Kandidaten, als auch die Frage, warum die nach Debye genannten Schrödinger und Born diesmal keine Erwähnung fanden. Es muss offen bleiben, ob die Kommission die beiden Letztgenannten überhaupt für eine Berufung in Betracht gezogen hatte. Da beide aber hervorragende Physiker waren, würde ihre Nichtbeachtung ein krasses Fehlurteil ihrer Leistungsfähigkeit darstellen und nicht mit der früheren Beurteilung harmonieren. Die Bevorzugung von Wentzel vor Pauli entspricht ebenfalls keiner realistischen Einschätzung der Leistungen.

Diesmal verliefen die Berufungsverhandlungen sehr rasch, obwohl Heisenberg zu diesem Zeitpunkt fünf Angebote, aus Halle, Leipzig, München und Zürich sowie von der Rockefeller Foundation, vorliegen hatte. Er nutzte speziell das Angebot der ETH Zürich für eine Aufwertung der Leipziger Stelle und trat diese wie Debye zum Wintersemester 1927/28 an.¹¹⁰ Innerhalb weniger Monate waren die Direktorenposten am Physikalischen bzw. am Theoretisch-Physikalischen Institut mit hervorragenden jungen Physikern besetzt worden und die Forschung hatte ein neues auf Entwicklungen der modernen theoretischen Physik ausgerichtetes Profil erhalten.

¹¹⁰ Vgl. hierzu [Cassidy 1995], S. 304–306. Heisenberg nahm den Ruf Ende Oktober 1927 rückwirkend zum 1. Oktober an.

4.4 Die Veränderungen an den Lehrstühlen für Geophysik und Astronomie

Bevor die Entwicklungen am Mathematischen Institut analysiert werden, sollen kurz die Vorgänge an den mit der Physik bzw. Mathematik in enger Verbindungen stehenden Lehrstühlen für Geophysik bzw. Astronomie erörtert werden.

Die mit der Berufung von Bjerknes 1912 in Angriff genommene Gründung eines geophysikalischen Instituts nahm zunächst einen guten Verlauf. Neben den beiden Privatassistenten Theodor Hesselberg



Abbildung 4.5

Vilhelm Bjerknes, Professor für Geophysik in Leipzig 1912–1917

(1885–1966) und Harald Ulrik Sverdrup (1888–1957), die Bjerknes von Kristiania mit nach Leipzig gebracht hatte, damit sie ihn beim Aufbau des Instituts unterstützten, war Robert Wenger (1886–1922) als neuer Assistent tätig, der insbesondere eine wichtige und notwendige Ergänzung in Forschung und Lehre hinsichtlich der Meteorologie darstellte. Im Frühjahr 1917 musste Bjerknes jedoch dem Dekan mitteilen, dass er sich nicht mehr im Stande sah, «nach dem Ende des Sommersemesters weder die wissenschaftliche Tätigkeit des Instituts noch selbst ihre jetzt

so eingeschränkte Unterrichtstätigkeit in einigermaßen befriedigender Weise aufrecht zu erhalten».¹¹¹ Hesselberg hatte im Herbst 1915 die Direktion des norwegischen meteorologischen Instituts in Kristiania übernommen, Wenger war im Dezember 1916 als Feldmeteorologe zum Heeresdienst eingezogen worden und Sverdrup werde nach dem Sommersemester als wissenschaftlicher Leiter an der Nordpolexpedition von Roald Amundsen (1872–1928) teilnehmen. Auch für seine eigenen Forschungen schätzte Bjerknes die Bedingungen auf Grund der isolierten Lage als ungünstig ein und beabsichtigte deshalb einen an ihn ergangenen Ruf nach Bergen anzunehmen. Die norwegische Regierung plante den Ausbau des Instituts für Meeresforschung in Bergen zu einem Institut für Geophysik und zur Zentralstelle für die geophysikalische Forschung längs der gesamten norwegischen Küste. Bjerknes sollte dort als freier Akademiker eine leitende Stellung einnehmen. Um den weiteren Ausbau des Leipziger Instituts und die Fortsetzung der bisherigen Forschungen zu sichern, schlug er als seinen Nachfolger Wenger vor. Da Wenger aber noch sehr jung sei und bei der Wiederbesetzung der Professur für Geophysik schwerlich vor einigen älteren Geophysikern mit anderen Forschungsrichtungen genannt werden könne, erklärte sich Bjerknes damit einverstanden, sich für die Dauer des Krieges, jedoch wenigstens für ein Jahr ab 1. Oktober 1917 nach Bergen beurlauben zu lassen und erst dann über die Berufung endgültig zu entscheiden.¹¹²

Die Idee, Bjerknes eine Beurlaubung anzubieten und so die Entscheidung über seinen Verbleib in Leipzig bis nach der Beendigung des Krieges zu verschieben, stammte von Wiener und Des Coudres, die dies bereits privat mit dem Kultusminister besprochen hatten. Die Fakultät hatte auf ihrer Sitzung am 15. März ihr Interesse bekräftigt Bjerknes in Leipzig zu halten und die vorgeschlagene Beurlaubung mit 13 : 4 Stimmen bei einer Enthaltung befürwortet. Nachdem Ende April auch die Behörden in Bergen der Urlaubsregelung zugestimmt hatten, kam die fast sicher geglaubte Übereinkunft wieder ins Wanken, da im Ministerium als auch dann bei Bjerknes neue Bedenken aufkamen. Trotz intensiver und aufrichtiger Bemühungen von allen Seiten scheiterten die Verhandlungen aus finanziellen Gründen. Bjerknes nahm die Stelle in Bergen an und das Ministerium genehmigte mit dem Ausdruck größten

¹¹¹ UAL, PA 319, Bl. 37

¹¹² UAL, PA 319, Bl. 38f.

Bedauerns, ihn «nicht mehr zu den Zierden unserer Landesuniversität zählen zu können», die erbetene Entlassung aus den Dienstpflichten zum 30. September.¹¹³

Die Fakultät widmete sich sofort, nachdem der Weggang von Bjerknæs Anfang Juli feststand, der Wiederbesetzung der Stelle und die Mitglieder der eingesetzten Kommission baten Kollegen in Göttingen und Potsdam um ein Urteil über Wenger sowie über mögliche weitere Kandidaten. Zugleich erörterte der Dekan mit dem Kommandierenden General der Luftstreitkräfte die Möglichkeit einer Freistellung Wengers vom Heeresdienst. Diese Freistellung wurde in Aussicht gestellt, wenn Wenger mit der Leitung des geophysikalischen Instituts betraut würde, es zu einer künftigen «Fühlungnahme» mit dem Institut käme und die Heeresleitung von Zeit zu Zeit über die neuesten Forschungen informiert würde. Bjerknæs übergab der Fakultät die Kopie einer elfseitigen Denkschrift zur Wiederbesetzung der geophysikalischen Professur, die er an das Ministerium in Dresden geschickt hatte. Darin würdigte er ausführlich die Leistungen Wengers und beurteilte die Arbeiten einiger weiterer Kandidaten für den Posten des Institutsdirektors. Er sah Wenger als qualitativ völlig gleichwertig an und gab ihm, wenn man ein Hauptgewicht «einerseits auf die Ausarbeitung exakter Methoden in der geophysikalischen Forschung und andererseits auf die sichere Leitung der studierenden Jugend durch eine von gährenden (sic!) und unreifen Vorstellungen und Ideen durchsetzte Wissenschaft» legt, den Vorzug vor den anderen.¹¹⁴

Nach Prüfung der verschiedenen Urteile beschloss die Philosophische Fakultät, «mit Rücksicht auf die gegenwärtige Zeitlage keinen endgültigen Vorschlag zur Nachfolge von Prof. Bjerknæs» zu machen, da die Mehrzahl der Kandidaten sich zur Zeit im Heeresdienst befand. In dem Schreiben von 24. Juli beantragte sie gleichzeitig im Ministerium, Wenger mit der Leitung des Geophysikalischen Instituts zu beauftragen, ihn zum etatmäßigen Extraordinarius der Geophysik zu ernennen sowie seine Befreiung vom Heeresdienst in die Wege zu leiten.¹¹⁵ Nachdem die Fakultät noch die Auffassung des Ministeriums bestätigt hatte, dass mit der Wenger'schen Professur kein zweiter Lehrauftrag für Geophysik begründet wird, und die Freistellung Wengers vom Heeresdienst

¹¹³ UAL, PA 319, Bl. 52

¹¹⁴ UAL, PA 1050, Bl. 35

¹¹⁵ UAL, PA 1050, Bl. 38–40

erfolgt war, teilte das Ministerium am 14. September die Berufung Wengers als Extraordinarius und Leiter des Instituts mit. Wenger mühte sich, den Aufbau des Instituts im gegebenen Rahmen fortzusetzen und hielt weiterhin guten Kontakt zu Bjerknes. Dem dürfte es auch geschuldet sein, dass Wenger im Mai 1920 das Angebot erhielt, die Leitung des Wetterdienstes in Kristiania zu übernehmen. Der Dekan der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung wandte sich daraufhin im Namen der Fakultät an das Dresdener Ministerium mit der Bitte, Wenger in Leipzig zu halten, wobei die Berufung zum Ordinarius angebracht wäre. Der Minister ernannte Wenger rückwirkend zum 1. Juni 1920 zum Ordinarius für Geophysik. Wenger blieb in Leipzig, verstarb aber bereits im Januar 1922.

Während Wiener zum kommissarischen Leiter des Instituts bestimmt wurde, lagen wesentliche Teile des Lehrbetriebes in der Händen der am Institut tätigen Assistentin Luise Lammert (1887 – 1946). Die Suche nach einem geeigneten Nachfolger für Wenger gestaltete sich schwierig, mehrfach holten Mitglieder der Fakultät das Urteil von Kollegen ein u. a. auch von Bjerknes. Nach anfänglichen Diskussionen einigte man sich in der Berufungskommission auf eine Beibehaltung der bisherigen Forschungsrichtung der exakten dynamischen Meteorologie, die ein erhebliches mathematisches und physikalisches Rüstzeug erforderte und die zum Zeitpunkt der Institutsgründung in Deutschland nicht betrieben wurde. Nach mehrfachem Abwägen der Leistungen der einzelnen Kandidaten bis hin zum Studium einzelner ihrer Arbeiten legte Wiener am 26. Juli den Bericht der Kommission vor, der einstimmig von der Fakultät angenommen wurde und mit geringen Änderungen eine Woche später ans Ministerium abgeschickt wurde. Der Bericht begründete eingangs die Beibehaltung der bisherigen Forschungsrichtung und verwies auf die von Bjerknes und Wenger erreichten Ergebnisse zur Wettervorhersage und deren Bedeutung für Landwirtschaft, Flugwesen und Schifffahrt. Die Fakultät hat folglich einen Gelehrten gesucht,

«der imstande wäre, die Leitung des Instituts im bisherigen Sinne weiterzuführen. Als Voraussetzung dafür muß von ihm unbedingt eine genaue mathematische und physikalische Schulung neben genügender Föhlung mit der Praxis gefordert werden.»¹¹⁶

¹¹⁶ UAL, PA 1033, Bl. 10

Am besten entsprach Ludwig Weickmann von der Universität München diesen Anforderungen, der in mehreren Schriften «ein völliges Vertrautsein mit den für die Meteorologie wichtigen mathematischen und physikalischen Kenntnissen erkennen» ließ, aber auch alle «früheren Verfahren der statistischen Meteorologie» und die neueren Bjerknes'schen Verfahren völlig frei beherrschte. An zweiter Stelle wurde der an der Universität Innsbruck als Extraordinarius für kosmische Physik lehrende Albert Defant (1884 – 1974) genannt und an dritter Stelle der außerordentliche Professor der Meteorologie an der Wiener Hochschule für Bodenkultur, Wilhelm Schmidt (1883 – 1936). Da Weickmann bisher nur Privatdozent war, überließ es die Fakultät dem Ministerium, ob es denselben zunächst zum außerordentlichen und später zum ordentlichen Professor oder gleich zum Ordinarius ernannte. Trotz nochmaligen Drängens der Fakultät verging noch über ein Jahr, bis der neue Lehrstuhlinhaber und Direktor des Instituts nach Leipzig kam. Erst im April 1923 erhielt Weickmann die Berufung auf diese Stelle zum 1. Oktober.

Wie bei der Institutsgründung überrascht bei dieser Neubesetzung das strikte Festhalten an den theoretischen, wesentlich von mathematischen Methoden und physikalischen Kenntnissen getragenen Forschungen zur Geophysik. Es darf aber nicht übersehen werden, dass die Untersuchungen von Bjerknes einer induktiven Methodik entsprachen, die ausgehend von einer Fülle von Beobachtungsdaten zu theoretischen Verallgemeinerungen voranschritt. In diesem Sinne stand Bjerknes' Theorie auf einer festen experimentellen Grundlage und stimmte weitgehend mit Wieners Vorstellungen zur theoretischen Physik überein. In diesem Stadium war der Rückgriff auf mathematische Methoden absolut notwendig und von Wiener und Des Coudres nie in Abrede gestellt worden.

Weickmann bemühte sich, die Forschungen des Geophysikalischen Instituts hinsichtlich der Meteorologie fortzuführen und sie, wie schon bei dessen Gründung vorgesehen, allmählich auf andere Gebiet der Geophysik auszudehnen. Sehr bald wurde deutlich, dass die Leipziger Universität mit Weickmann wieder einen weltbekannten Gelehrten besaß. Im Februar 1926 bot ihm die Regierung Ecuadors an, die Direktorenstelle der meteorologischen Abteilung des astronomischen Observatoriums in Quito zu übernehmen. Obwohl Weickmann nach kurzen Verhandlungen den Ruf ablehnte, gab er doch zu erkennen, dass er bereit wäre, bei

einer verlockenden wissenschaftlichen Aufgabe und materiell günstigen Bedingungen Leipzig zu verlassen. Dies wurde sehr bald Realität, als er ein Jahr später eine Berufung als ordentlicher Professor für Meteorologie und Direktor der meteorologischen Abteilung der Deutschen Seewarte nach Hamburg erhielt. Die von Weickmann in Vorgesprächen formulierten Bedingungen waren alle erfüllt worden, so dass er eine gewisse Verpflichtung zur Annahme des Rufes sah. Der Institutsneubau in Fuhlsbüttel würde vermutlich die größte meteorologische Einrichtung in Deutschland werden.

Die Philosophische Fakultät wandte sich unverzüglich an das Dresdener Ministerium mit der Bitte, Weickmann «mit allen Mitteln» der Universität zu erhalten. Basierend auf Darlegungen von Weickmanns Mitarbeitern würdigte der Dekan in dem Schreiben «die hohe wissenschaftliche und praktische Bedeutung der Weickmann'schen Lehre und Forschung». Den in den Vorlesungen behandelten Stoff hatte er so erweitert, dass jetzt die gesamte Geophysik behandelt wurde. Er ließ den Erdbebenapparat renovieren, schuf die instrumentellen Vorbedingungen für aerologische Aufstiege und erweiterte das Arbeitsgebiet durch «neue befruchtende Ideen». Es würde «auf die größten Schwierigkeiten stoßen, einen geeigneten Nachfolger zu bekommen, da ein Gelehrter von Ruf, der eine gleiche originelle und den neuzeitlichen Anforderungen besonders Rechnung tragende Forschungseinrichtung vertritt, ... nur schwer zu finden sein dürfte».¹¹⁷

Die Bemühungen der Fakultät und des Ministeriums waren erfolgreich, am 22. Dezember 1927 teilte Weickmann dem Dekan der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung mit, dass er den Ruf abgelehnt habe. Er befürchte, durch die Organisation des Institutsneubaus in Hamburg sehr stark in Anspruch genommen zu werden und sich nicht auf die wissenschaftliche Arbeit konzentrieren zu können. Gleichzeitig hatte das Dresdener Ministerium seinen Willen bekundet, Weickmanns Wünschen hinsichtlich einer Verbesserung der Arbeitsbedingungen entgegen zu kommen, und den Bau eines geophysikalischen Observatoriums zugesagt. Damit waren günstige Voraussetzungen für eine Erweiterung und erfolgreiche Entwicklung der geophysikalischen Forschungen geschaffen.

¹¹⁷ UAL, PA 1033, Bl. 31–34

Die Entwicklung an der Leipziger Universitätssternwarte folgte in den ersten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts den von Bruns in den vorangegangenen Jahrzehnten vorgezeichneten Bahnen. Die Ausrüstung wurde weiter vervollständigt, u. a. 1914 durch die Anschaffung eines neuen Durchgangsinstruments mit gebrochenem Fernrohr und der ersten mechanischen Rechenmaschine. Wichtige personelle Veränderungen brachte 1911 der Tod des 1. Observators und außerordentlichen Professors für praktische Astronomie Bruno Peter (1853–1911); Fried-



Abbildung 4.6

Bruno Peter, ao. Professor für praktische Astronomie in Leipzig 1899–1911

rich Hayn (1863–1928) rückte vom 2. zum 1. Observator auf, Hans Naumann (1883–1953) vom Assistenten zum 2. Observator, außerdem wurden zwei neue Assistenten eingestellt. Wie am Geophysikalischen Institut wurde die Arbeitsfähigkeit der Sternwarte während des 1. Weltkriegs durch die Einberufungen zum Kriegsdienst beeinträchtigt, sowohl Hayn als auch Naumann waren im Feldwetterdienst eingesetzt. Bruns versuchte das Manko im gewissen Umfang durch die Einstellung von weiblichem Personal, z. B. im Rechenbüro, auszugleichen. Den Vorlesungsbetrieb hielt er mit großer Energie ohne nennenswerte Einschränkungen aufrecht. Das plötzliche Ableben von Bruns im September 1919 stellte die Fakultät dann vor die Frage, in welcher Form die

fast 40jährige Forschungstradition fortgeführt werden sollte. In ihrem Schreiben an das Ministerium charakterisierte die Fakultät Bruns als «einen Forscher und Lehrer der theoretischen Astronomie von umfassenden Gepräge» und «einen hervorragenden Leiter der Arbeiten in der messenden Astronomie».¹¹⁸ Die Entscheidung für eine Fortsetzung dieser Richtung hatte sehr pragmatische Gründe, zum Ersten sollte für die an der Sternwarte laufenden Arbeiten die nötige Kontinuität gesichert werden, zum Zweiten sollte die Unterstützung des Unterrichts in der angewandten Mathematik, die Bruns durch Vorlesungen und Übungen geleistet hatte, erhalten bleiben und zum Dritten wäre eine Neuorientierung der Sternwarte auf die Astrophysik mit einem erheblichen Kostenaufwand von schätzungsweise 200 000 M verbunden gewesen. Während der zweite Punkt vornehmlich den Interessen der drei in der Kommission vertretenen Mathematiker entsprang, offenbarte der dritte Punkt die Diskrepanz zwischen aktueller Forschung und realen finanziellen Möglichkeiten. Für die Astrophysik sprach, dass dies auf Grund der bedeutenden Fortschritte der Physik die moderne Forschungsrichtung der Astronomie war, der sich die jüngeren Astronomen vorzugsweise widmeten. In der theoretischen Astronomie konnten dagegen nur ältere Gelehrte in Vorschlag gebracht werden.

Die Entscheidung der Fakultät war ein Kompromiss. Durch die Berufung eines ausgezeichneten älteren theoretischen Astronomen konnte das erreichte Niveau für etwa ein Dezennium gesichert werden. Bis dahin würde, so die Überlegungen der Fakultät, die Entwicklung so weit fortgeschritten sein, dass wieder gute jüngere Nachwuchskräfte in der theoretischen Astronomie zur Verfügung stünden und es wären vielleicht auch die finanziellen Mittel für eine stärkere Berücksichtigung der Astrophysik vorhanden. Unter Beachtung von mehreren Hinweisen und Urteilen von Fachvertretern wählte man Julius Bauschinger an die Spitze der Vorschlagsliste. Bauschinger hatte die Sternwarte Straßburg geleitet und versuchte sich nun in München einen neuen Wirkungskreis aufzubauen. Fachlich gleichwertig wurde Paul Harzer (1857 – 1932), Direktor der Sternwarte Kiel, auf den zweiten Platz gesetzt. Seine Arbeiten waren im Vergleich zu Ersterem stärker mathematisch orientiert, doch besaßen Bauschingers Arbeiten dafür «eine viel lebendigere Fühlung

¹¹⁸ UAL, PA 290, Bl. 5

mit den rechnerischen Anwendungen in der Astronomie». ¹¹⁹ Um die Möglichkeiten nicht völlig auszuschließen, die Astrophysik schon zum gegenwärtigen Zeitpunkt stärker zu berücksichtigen, stand mit Paul Guthnick (1879 – 1947) einer «der hoffnungsreichsten jüngeren Astronomen, vorwiegend astrophysikalischer Richtung» auf Platz 3. Das Ministerium akzeptierte die Argumentation der Fakultät und berief Bauschinger zum 1. April 1920 als Ordinarius für Astronomie und Direktor der Sternwarte.

In der Übergangszeit bis zu Bauschingers Amtsantritt führte Hayn als 1. Observator im Auftrage von Herglotz die Amtsgeschäfte an der Sternwarte. In Anerkennung dieser und seiner sonstigen Leistungen beantragten Bauschinger und Herglotz im Juli 1920 die Ernennung Hayns zum außerplanmäßigen außerordentlichen Professor für praktische Astronomie und zum Stellvertreter des Direktors der Sternwarte. Die Habilitationsleistungen sollten ihm, auf Grund des Alters bis auf die Antrittsvorlesung erlassen werden. Die mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung der Fakultät befürwortete den Antrag und sandte am 30. Juli ein entsprechendes Schreiben an das Dresdener Kultusministerium. Darin hob sie speziell hervor, dass zum einen Hayn eine an ihn im März ergangene Berufung als Ordinarius für Astronomie und Direktor der Sternwarte Königsberg abgelehnt hatte und es zum anderen notwendig ist, dass er Bauschinger in der Lehre entlastet und die Vorlesung für praktische Astronomie und Geodäsie für die Lehramtskandidaten der Mathematik übernimmt. Vier Wochen später teilte das Ministerium die Ernennung Hayns mit. Der Titel bedeutete jedoch nur eine moralische Würdigung von Hayns Leistungen und brachte ihm keinerlei finanzielle Verbesserungen. Als sechs Jahre später die Fakultät sich auch zu einer materiellen Anerkennung von dessen «ungewöhnliche(n) Verdienste(n) um die Wissenschaft» entschloss und für Hayn mit Verweis auf die bei dessen Amtsvorgänger Peter geübte Praxis die Beförderung zum planmäßigen Extraordinarius beantragte, sah sich das Ministerium nicht in der Lage dies zu realisieren. ¹²⁰ Hayn musste sich bis zu seinem Tod 1928 mit der Stellung eines außerplanmäßigen Professors begnügen. Die enge Beziehung der Astronomie zur angewandten Mathematik in dem von Bruns geprägten Umfang blieb damit weitge-

¹¹⁹ UAL, PA 290, Bl. 8

¹²⁰ UAL, PA 550, Bl. 12, 13

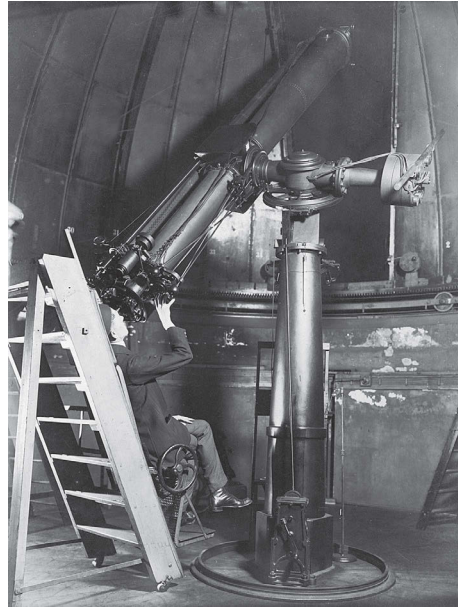


Abbildung 4.7

Friedrich Hayn, ao. Professor für praktische Astronomie in Leipzig 1920 – 1928

hend bestehen, erfuhr aber keine zusätzliche Intensivierung hinsichtlich der Physik. Obwohl die Berufungskommission für die Nachfolge Bruns die Notwendigkeit für eine solche Intensivierung erkannte, aber aus den angeführten Sachzwängen nicht einleiten konnte, gab es in den folgenden Jahren keine weiteren Initiativen in diese Richtung, wobei ein wichtiger Grund in den sich nur langsam verbessernden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu sehen ist. 1924 musste der damalige Rektor der Leipziger Universität, Georg Steindorff (1861 – 1951), in seiner Begrüßungsrede zur 26. Versammlung der Astronomischen Gesellschaft in Leipzig bezüglich der mangelhaften Ausrüstung der Sternwarte noch feststellen:

«Unsere Sternwarte ist fast 60 Jahre alt und weist manche Alterserscheinung auf. Aber wir hoffen, daß in nicht allzuferner Zeit, wenn sich einmal die wirtschaftlichen Verhältnisse unseres Vaterlandes gebessert haben werden, die sächsische Regierung auch hier Wandel schaffen und an die Stelle des Alten ein allen Bedürfnissen entsprechendes Neues setzen wird.»¹²¹

¹²¹ *Vierteljahresschrift der Astron. Gesell.* 59(1924), S. 153. Bericht über die Versammlung der Astronomischen Gesellschaft zu Leipzig 1924

4.5 Das Mathematische Institut in der Kriegs- und Nachkriegszeit

Nachdem die Direktoren des Mathematischen Instituts im Frühjahr 1914 mit König und Koebe zwei jüngere Lehrkräfte hatten widerstandslos an andere Universitäten ziehen lassen, begannen sie unmittelbar danach, einen Nachfolger für Koebe zu suchen und reichten noch vor dessen Entlassung Vorschläge für die Wiederbesetzung des Extraordinariats ein. An erster Stelle nannten sie in dem Schreiben der Fakultät an das Dresdener Ministerium den an der Deutschen Technischen Hochschule Prag mit großem Erfolg lehrenden Wilhelm Blaschke (1885–1962). An zweiter Stelle folgten der eingangs erwähnte König sowie Leon Lichtenstein von der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg. Lichtenstein wurde als der wissenschaftlich Bedeutendere von beiden eingeschätzt, doch war er «im nicht deutschredenden Ausland geboren» und könnte sich vielleicht nicht so gut in Leipzig einfügen als König, der auch als besserer Lehrer galt.¹²² Schließlich wurde noch Walter Schnee (1885–1958) von der Universität Breslau nominiert. Bereits Ende August 1914, also noch vor Koebes Ausscheiden aus dem Mathematischen Institut, teilte das Ministerium der Fakultät die Berufung von Blaschke zum 1. April 1915 mit und äußerte die Erwartung, dass angesichts der geringeren Hörerzahl der mathematische Unterricht auch trotz der späteren Wiederbesetzung des Extraordinariats gewährleistet werde.

Blaschke blieb jedoch nur zwei Jahre in Leipzig. Zum Sommersemester 1917 trat er eine Stelle als Ordinarius an der Universität Königsberg an. Die für die Wiederbesetzung des Extraordinariats gebildete Kommission einigte sich zunächst auf fünf mögliche Kandidaten, über die nähere Erkundigungen eingeholt wurden. Danach unterbreitete sie der Fakultät am 15. März folgenden Vorschlag: 1. Walter Schnee (Breslau), 2. Richard Courant (Göttingen), 3. Robert König (Tübingen). Außerdem wurde noch Leon Lichtenstein erwähnt, «der seiner wissenschaftlichen Leistung nach sogar vor Schnee zu stellen wäre, gegen dessen Berufung aber als eines erst während des Krieges in Deutschland nationalisierten Polen das Min.[isterium] vielleicht Bedenken haben werde.»¹²³ Im

¹²² UAL, PA 321, Bl. 3

¹²³ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VI, Nr. 87, Bl. 239

Bericht an das Ministerium erklärte die Fakultät jedoch ausdrücklich ihr Einverständnis mit einer Berufung Lichtensteins, «falls das Königl. Ministerium sich über die bestehenden Bedenken hinwegsetzen wollte».¹²⁴ Somit wurden, abgesehen von der Reihenfolge und von Courant, wieder die gleichen Kandidaten nominiert wie zwei Jahre zuvor. Bereits am 30. März 1917 teilte das Ministerium die Berufung Schnees zum 1. April mit. In den nachfolgenden Wochen erreichte der Dekan der



Abbildung 4.8

Walter Schnee, ao. Professor für Mathematik in Leipzig 1917–1954

Leipziger Philosophischen Fakultät auch eine Verlängerung von Schnees Zurückstellung vom Militärdienst, die diesem nach seiner Verwundung gewährt worden war. Schnee blieb dann dem Mathematischen Institut bis zu seiner Emeritierung 1954 treu.

Habilitationen waren während des Krieges eine große Ausnahme. Die meisten Verfahren wurden mit Sonderregelungen abgeschlossen oder ruhten. Auf dem Gebiet der Mathematik gab es an der Leipziger Universität in jenen Jahren nur ein derartiges Verfahren. Noch vor Kriegsbeginn, am 10. Juli, hatte Friedrich Levi (1888–1966) mit einer algebraischen Arbeit die Zulassung zur Habilitation beantragt. Hölder,

¹²⁴ UAL, PA 942, Bl. 6v

der Levis Gesuch befürwortete und dann als erster Gutachter fungierte, lobte die große Allgemeinheit und abstrakte Beschaffenheit der Themenstellung sowie die in früheren Arbeiten publizierten scharfsinnigen Untersuchungen. Da Levi inzwischen zum Kriegsdienst eingerückt war und sich für ihn keine Möglichkeit ergab, die übrigen Habilitationsleistungen zu erbringen, konnte das Verfahren zunächst nicht fortgesetzt werden. Deshalb regten Hölder, Rohn und Herglotz als Mitglieder der Habilitationskommission im Herbst 1916 an, die Fakultät möge beim Ministerium die Genehmigung erbitten, dass «die Habilitationsschrift des im Felde stehenden Dr. Levi» vor Abschluss des Verfahrens gedruckt werden darf.¹²⁵ Dies war insbesondere zur Sicherung von Prioritätsansprüchen wichtig. Das Ministerium erteilte die Genehmigung, die Arbeit erschien 1917.¹²⁶ Das Verfahren wurde dann im Frühjahr 1919 erfolgreich abgeschlossen, wobei die Fakultät Levi die Aufnahme seiner Lehrtätigkeit schon im Zwischensemester 1919 gestattete. Diese Ausnahmeregelung war natürlich den Zeitumständen geschuldet, die einen erhöhten Bedarf an Lehrkräften erforderten, um die zahlreichen aus dem Krieg an die Universitäten zurückkehrenden Studenten mit den nötigen Vorlesungen zu versorgen.

Ein Jahr später stand die Sicherung des mathematischen Lehrbetriebs erneut auf der Tagesordnung. Herglotz hatte das Angebot erhalten, Nachfolger von Carathéodory an der Berliner Universität zu werden. Die Philosophische Fakultät bat daraufhin das Dresdener Ministerium am 1. März 1920 «dringend, alle Mittel anzuwenden», um mit Herglotz der Universität «einen Mathematiker mit seltener Begabung und einen Lehrer von nicht geringer Qualität» zu erhalten.¹²⁷ Für die Anerkennung von Herglotz unter den Studenten spricht die Tatsache, dass diese in einer Petition die Fakultät baten, dessen Weggang nach Berlin zu verhindern. Die Bemühungen waren erfolgreich und Herglotz blieb in Leipzig, wie auch drei Jahre später, als er einen Ruf nach München erhielt. 1925 jedoch, als er an der Universität Göttingen Nachfolger von Carl Runge (1856 – 1927) werden konnte, war die Anziehungskraft dieses Mekkas der Mathematiker stärker als die Leipziger und Dresdener Anstrengungen und das Ministerium konnte nur mit Bedauern Herglotz'

¹²⁵ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VI, Nr. 87, Bl. 222

¹²⁶ Levi 1917

¹²⁷ UAL, PA 566, Bl. 23

Ausscheiden aus dem Lehrkörper zum Ende des Sommersemesters genehmigen.

Nach dem Versuch, Herglotz an die Berliner Universität zu ziehen, musste die Leipziger Philosophische Fakultät dann im Frühherbst 1920 nach dem plötzlichen Tod von Rohn eines der mathematischen Ordinariate neu besetzen. Dies sollte sich als recht schwierig erweisen. Als Hölder am 18. Dezember 1920 den Bericht der Berufungskommission in der Fakultätssitzung vorlegte, kam es zu einer heftigen Diskussion um den auf den ersten Platz gesetzten Lichtenstein. Wie schon bei früheren Gelegenheiten nahmen zahlreiche Mitglieder der Fakultät «besonders daran Anstoss, dass er (Lichtenstein, K.-H. S.) in Warschau geboren u. erst während des Krieges deutscher Staatsbürger geworden sei».¹²⁸ Der Mineraloge Friedrich Rinne (1863–1933) beantragte schließlich die Streichung Lichtensteins, die dann in einer namentlichen Abstimmungen mit 28 : 19 Stimmen bei vier Stimmenthaltungen beschlossen wurde. Daraufhin kündigte Hölder ein Separatvotum an, dem sich Bauschinger, Herglotz und Wiener anschlossen. Die Vorschlagsliste ging zur erneuten Beratung an die Kommission zurück.

Vier Wochen später lag der neue Vorschlag vor. Die bereits zuvor genannten Gerhard Hessenberg (1874–1925) (Tübingen) und Richard von Mises (Berlin) rückten auf den ersten bzw. zweiten Platz, während Ludwig Bieberbach (1886–1982) (Frankfurt) auf Platz drei folgte. Nachdem der Antrag Wieners, Lichtenstein nicht völlig unberücksichtigt zu lassen und ihn etwa auf Platz zwei zu setzen, abgelehnt wurde, dokumentierte Rinne erneut seine antisemitische Haltung und forderte, Blaschke an Stelle «dieses von Mises» auf die Liste zu setzen. Die einzelnen Kandidaten, von Mises mit drei Gegenstimmen, und die vorgelegte Reihenfolge wurden jedoch mehrheitlich bestätigt und der gesamte Bericht genehmigt. Neben Blaschke, dessen Wechsel nach Leipzig als unwahrscheinlich eingeschätzt wurde, waren auch Georg Hamel (1877–1954) und Heinrich Tietze (1880–1964) als mögliche Kandidaten diskutiert worden. Nach der eingehenden Erörterung zog Hölder sein angekündigtes Separatvotum zurück.

In dem Bericht an das Ministerium in Dresden hob die Fakultät hervor, sie sei bei den vorgelegten Vorschlägen davon ausgegangen, «dass der

¹²⁸ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VII, Nr. 87, Bl. 54

zu berufende Gelehrte vor allem auch geometrische Vorlesungen zu halten und die angewandte Mathematik, namentlich die darstellende Geometrie, zu vertreten hat, . . . , glaubt jedoch mit Rücksicht auf die Kandidaten, die für eine ordentliche Professur in Leipzig in Frage kommen, keinen Mathematiker nennen zu können, der in so besonderer und ausschließlicher Weise als Geometer anzusehen ist, wie Professor Rohn dies war.»¹²⁹ Die klare Orientierung auf die angewandte Mathematik könnte trotz der Betonung der Geometrie etwas überraschen, da bereits Herglotz einen Teil seiner Forschungen Problemen der mathematischen Physik, also ebenfalls den Anwendungen der Mathematik, widmete. Sie erklärt sich aber aus den Festlegungen der *Ordnung der Prüfungen für das Lehramt an höheren Schulen*, die 1898 zuerst für Preußen erlassen und 1917 neu gestaltet worden war. Unter den Gebieten, für die eine Lehrbefähigung an den höheren Schulen erworben werden konnte, trat darin erstmals die angewandte Mathematik auf. Als Fachwissen musste in der entsprechenden Prüfung für diese Lehrbefähigung die weitergehende Beherrschung der zeichnerischen und numerischen Methoden (darstellende Geometrie, graphisches und numerisches Rechnen, Ausgleichsrechnung) und ihre Verwendung in mindestens einem der folgenden Gebiete: Astronomie, Geodäsie, Meteorologie und Geophysik, angewandte Mechanik, angewandte Physik, mathematische Statistik und Versicherungswesen nachgewiesen werden. Die mathematische Physik war dagegen bei der Ausarbeitung der Prüfungsordnung in der Physik verankert worden. Der Fakultät ging es unverkennbar um die Absicherung dieser Ausbildungsrichtung, insbesondere hinsichtlich der darstellenden Geometrie, wobei sie Interessenüberschneidungen bei den beiden Professuren vermeiden wollte.

Bezüglich des mehrfach zurückgesetzten Lichtenstein kam es dann im Mai 1921 zu einer überraschenden Wende. Hessenberg und von Mises hatten den Ruf nach Leipzig abgelehnt und Bieberbach hatte ein Stellenangebot der Berliner Universität erhalten, so dass das Ministerium neue Vorschläge einfordern musste. Die Kommission kam auf die früheren Kandidaten Lichtenstein und Blaschke zurück und fügte den als Privatdozent an der Technische Hochschule Stuttgart tätigen Karl Kommerell (1871 – 1962) hinzu. Bezüglich Lichtenstein holte man

¹²⁹ UAL, PA 692, Bl. 7

nochmals Gutachten, insbesondere über dessen politische Gesinnung, ein und kam zu dem Beschluss, dass kein Anlass gegeben sei, diesen nicht an erster Stelle zu nennen. Die Fakultät billigte diesmal den Bericht der Kommission, wobei die Nominierung von Lichtenstein mit 19 : 11 Stimmen erfolgte. Zu dem Stimmungsumschwung hatte sicher die Tatsache beigetragen, dass dieser im Frühjahr desselben Jahres zum ordentlichen Professor an der Universität Münster berufen worden war. Der Bericht ging am 1. Juli an das Ministerium in Dresden und schon in der nächsten Fakultätssitzung lag die Mitteilung vor, dass Lichtenstein den Ruf angenommen hatte. Er trat die Stelle am 1. April 1922 an. Die

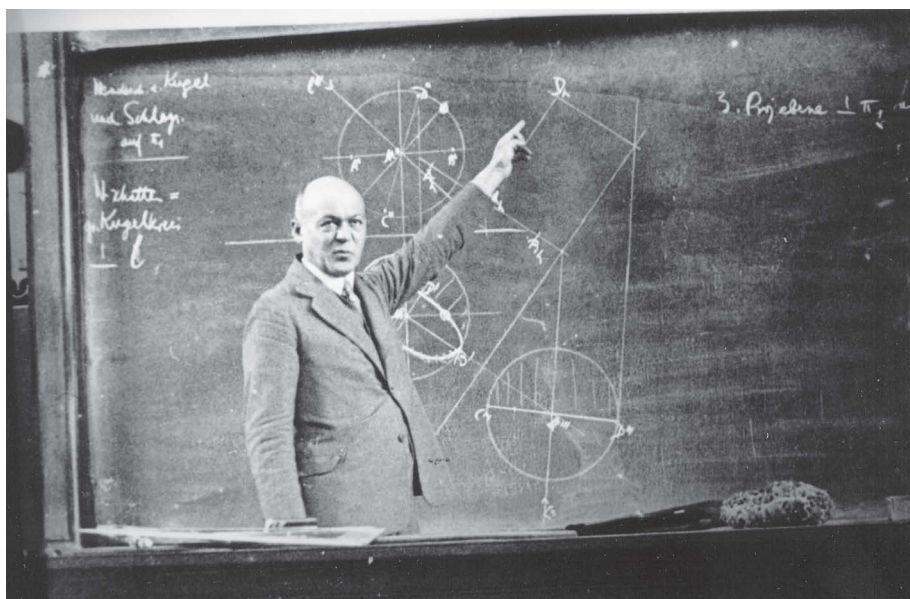


Abbildung 4.9

Leon Lichtenstein, Ordinarius für Mathematik in Leipzig 1922–1933

Fakultät lobte in ihrem Antrag Lichtenstein als scharfsinnigen und in seinen wissenschaftlichen Arbeiten sehr vielseitigen Mathematiker und hob unter Hinweis auf die frühere Nominierung für ein Extraordinariat die inzwischen entfaltete «ungeheure Tätigkeit» und die Verleihung der deutschen Staatsbürgerschaft während der Kriegszeit infolge der für das Heer geleisteten Arbeit hervor.¹³⁰

¹³⁰ UAL, PA 692, Bl. 17f.

Im Sommersemester 1922 kam auch Ludwig Neder (1890–1960) nach Leipzig und wurde Assistent bei Lichtenstein. Da er sich bereits in Göttingen habilitiert hatte, beantragte er für die Habilitation in Leipzig, die notwendigen Leistungen auf die Probevorlesung zu reduzieren. Das Ministerium entsprach dieser Bitte und Neder habilitierte sich am 26. Juli mit einer Vorlesung zur Geschichte der Perspektive. Nur eineinhalb Jahre später beantragten die drei mathematischen Ordinarien und der Astronom Bauschinger, Neder unter Berücksichtigung seiner Privatdozententätigkeit in Göttingen zum außerplanmäßigen außerordentlichen Professor zu ernennen, da er in einer «Reihe scharfsinniger Abhandlungen ... eine hervorstechende Begabung» hatte erkennen lassen.¹³¹ Die mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung der Philosophischen Fakultät sandte einen entsprechenden Antrag am 12. Mai 1924 an das Dresdener Ministerium, das die Ernennung einen Monat später aussprach. Im Sommersemester 1926 wechselte Neder dann auf ein Extraordinariat an der Universität Tübingen, ohne dass von Leipziger Seite versucht wurde, ihn an der Alma mater Lipsiensis zu halten. Neders Karrierechancen waren vermutlich in Leipzig nicht besonders günstig, da F. Levi vor ihm bereits zum 1. November 1923 zum außerplanmäßigen Extraordinarius ernannt worden war und somit als erster Anwärter auf ein planmäßiges Extraordinariat galt.

Einen wichtigen Einschnitt im Profil des Mathematischen Instituts stellte dann der Weggang von Herglotz im Jahre 1925 dar. Nach eingehender Beratung einigte sich die zur Wiederbesetzung der Professur gebildete Kommission, der u. a. die Ordinarien für Mathematik, Astronomie und theoretische Physik angehörten, auf die Nominierung von Hermann Weyl, Erich Hecke (1887–1947) und Georg Faber (1877–1966) in dieser Reihenfolge. Während bei den ersten beiden ein allgemeines Einverständnis herrschte, standen für den dritten Platz auch Koebe und Gerhard Kowalewski (1876–1950) zur Debatte, die aber in ihren Forschungen als einseitig eingeschätzt und deshalb von der Mehrheit gegenüber Faber zurückgestellt wurden. Ein dreiviertel Jahr später sah sich das Ministerium jedoch veranlasst, bei der Fakultät um neue Vorschläge nachzufragen. Nach Weyl hatte auch Hecke «trotz Bewilligung aller seiner Wünsche» die Berufung abgelehnt, und das Ministerium

¹³¹ UAL, PA 772, Bl. 12

räumte die Möglichkeit ein, eine neue Liste einzureichen.¹³² Nach langer Diskussion entschloss sich die Kommission, Koebe vorzuschlagen. Die Fakultät folgte diesem Vorschlag und nannte dem Ministerium Koebe als einzigen Kandidaten. Gleichzeitig verzichtete sie auf Berufungsverhandlungen mit Faber, da auch bei ihm mit einer Ablehnung gerechnet wurde.

Koebe nahm den Ruf an und kehrte zum Herbstsemester 1926 als Ordinarius nach Leipzig zurück. Die Wahl von Koebe ist etwas verwunderlich, schließlich war er sowohl bei seinem Wechsel nach Jena, als auch in den aktuellen Diskussionen um die Wiederbesetzung des Herglotz'schen Lehrstuhls nicht als Spitzenkraft eingestuft worden. Er war vor allem nicht geeignet, die von Herglotz vertretene Tradition der mathematischen Physik fortzusetzen. Es ist aber unverkennbar, dass die Leipziger Mathematiker diese seit August Ferdinand Möbius (1790–1868) und Carl Neumann zu den Schwerpunkten ihrer Forschungen zählende Richtung nicht aufgeben wollten und bemüht waren, durch weitere Maßnahmen den Fortbestand dieser Forschungen zu sichern.

Noch vor der entscheidenden Beratung der Philosophischen Fakultät über Koebes Nominierung als einzigen Kandidaten für den freien mathematischen Lehrstuhl legten Hölder, Lichtenstein, Bauschinger und Des Coudres in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung den Antrag vor, im Ministerium die Vergabe eines Lehrauftrages für Geometrie an Neder zu erbitten, damit Lichtenstein seinen Unterricht und die Forschungen in der mathematischen Physik ausbauen könne:

«Es erscheint sehr erwünscht, daß der mathematische Unterricht an unserer Universität nach der Seite der mathematischen Physik und Geometrie weiter ausgebaut wird. Die mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung beantragt deshalb beim Ministerium die Erteilung eines ständigen Lehrauftrages für Geometrie . . .

Neben einer kräftigen Belegung des die Anschauung fördernden geometrischen Unterrichts würde die beantragte Neuerung den Vorteil bieten, daß Herr Professor Dr. Lichtenstein, dessen Lehrtätigkeit jetzt zu einem erheblichen Teil durch die darstellende Geometrie gebunden ist, mehr als bisher in der Lage sein würde, auch durch besondere Vorlesungen über Potentialtheorie, Hydrodynamik

¹³² UAL, PA 115, Bl. 38

mik, Elastizitätstheorie und dergl. zu dem Ausbau des Unterrichts in der mathematischen Physik beizutragen.»¹³³

Das Ministerium unterstützte dieses Anliegen. Am 22. März 1926 erteilte es Neder den erbetenen Lehrauftrag, der aber durch dessen Berufung nach Tübingen kaum wirksam wurde. Doch der Boden war bereitet und es verursachte keine Mühe, den Lehrauftrag auf Levi zu übertragen. Damit konnte sich Lichtenstein fortan verstärkt der mathematischen Physik zuwenden.

Nach der Schilderung der personellen Veränderungen in den mathematischen und physikalischen Lehrpositionen bis zur Mitte der 20er Jahre erscheint ein resümierender Blick auf diese Vorgänge angebracht. Als Erstes ist die deutliche Stärkung und Neuprofilierung der mathematischen Physik hervorzuheben, die einvernehmlich von Mathematikern und Physikern vorgenommen wurde. Mit der Errichtung der Professur für mathematische Physik am Physikalischen Institut trug man den Entwicklungen der modernen Physik Rechnung, denen die Leipziger Mathematiker nur ungenügend Aufmerksamkeit geschenkt hatten. Zwar war die mathematische Physik durch Neumann, Herglotz und Lichtenstein personell recht gut vertreten, erstreckte sich aber meist nur auf die klassischen Themenfelder, die sich im 19. Jahrhundert herausgebildet hatten. Es muss aber berücksichtigt werden, dass sich zu diesem Zeitpunkt die Quantenmechanik, die ja den Wandel der theoretischen Physik wesentlich geprägt hat, noch in ihrer «Expeditionsphase»¹³⁴ befand, so dass sich zwar aus physikalischer Sicht die veränderten Anforderungen hinsichtlich Abstraktion und Verwendung mathematischer Methoden in erster grober Näherung abzeichneten, für die Mathematiker sich aber nur ungleich schwächere Hinweise ergaben, welche Auswirkungen die Fortschritte in der Physik für die mathematische Physik haben würden. In diesem Sinne ging die Führungsrolle an die Physiker über, wobei nicht verkannt werden darf, dass der entscheidende Wechsel in den beiden Physikordinariaten und die damit verbundene Konzentration auf Fragen der Atom- und Molekülphysik nur durch das historisch zufällige, kurzfristige aufeinanderfolgende Ableben von Des Coudres und

¹³³ UAL, PA 772, Bl. 25

¹³⁴ In Anlehnung an Heisenberg verglich M. Eckert die Entdeckung der Quantenmechanik mit einem Expeditionsunternehmen. [Eckert 1993], S. 82

Wiener möglich wurde. Diese Chance wurde durch die Berufung von zwei der leistungsstärksten jüngeren Physiker konsequent genutzt. Bemerkenswert ist außerdem die aufgeschlossene Haltung des Dresdener Ministerium für Volksbildung. Da das Extraordinariat für mathematische Physik keineswegs die einzige neueingerichtete Professur am Physikalischen Institut war, ist es mit Blick auf die ökonomische Gesamtsituation erstaunlich, dass die Anträge der Leipziger Physiker nicht auf größeren Widerstand stießen. In diesem Sinne hat das Ministerium, die Erweiterung der physikalischen Forschungen und die Profilierung einzelner Teilgebiete im Rahmen seiner Möglichkeiten wohlwollend gefördert und eine Blütezeit vorbereitet. Den Mathematikern gelang es dagegen nicht, eine außergewöhnliche Forscherpersönlichkeit für längere Zeit nach Leipzig zu ziehen.

5 Die Vorlesungsaktivitäten zur mathematischen und theoretischen Physik in den Jahren 1905 – 1928

In den Untersuchungen zur Entwicklung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik bis zum Jahre 1905 war für die Zeit um die Jahrhundertwende eine sehr deutliche Verschiebung der relevanten Vorlesungsaktivitäten zu Gunsten der Physiker herausgearbeitet worden.¹³⁵ Nach der Einrichtung des Extraordinariats für theoretische Physik 1894 nahm die Zahl der von Physikern gehaltenen Vorlesungen zu Fragen der theoretischen Physik ständig zu, während die Zahl der Vorlesungen, in denen Mathematiker Themen der mathematischen Physik behandelten, abnahm. Im den fünf Jahren von 1901 bis 1905 betrug das Verhältnis 33 : 9. Diese Unterschiede in der Beteiligung blieben in den folgenden Jahrzehnten bestehen. Auf Seiten der Physiker treten eine ganze Reihe neuer Themen und Forschungsgebiete in den Vorlesungstiteln auf und liefern ein eindrucksvolles Abbild von der raschen Entwicklung der Physik und ihrer Teilgebiete. Dagegen sind bei den Mathematikern nur wenige Änderungen bzw. Ergänzungen in den Vorlesungstiteln zu verzeichnen. Es muss dabei aber wieder auf die Probleme einer genauen Abgrenzung der einzelnen Gebiete hingewiesen werden. So wurden die Vorlesungen zur Variationsrechnung bzw. zu gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen nicht mit aufgeführt, obwohl beide Gebiete eine zentrale Rolle bei der Behandlung physikalischer Fragestellungen spielten und in den Vorlesungen sicher auch Anwendungsbeispiele in der Physik behandelt wurden. Es wurde jedoch davon ausgegangen, dass die Vermittlung der mathe-

¹³⁵ Vgl. Schlote 2004a, S. 90–93

matischen Theorie zunächst im Mittelpunkt stand, und eine Nennung der Vorlesung erfolgte nur, wenn wie bei der Differentialgeometrie ein expliziter Hinweis auf die physikalischen Anwendungen im Vorlesungstitel enthalten war. Eine Abweichung bildeten die Vorlesungen, die der Potentialtheorie und den partiellen Differentialgleichungen bzw. den Randwertaufgaben gewidmet waren, hier wurde eine stärkere Einbeziehung von für die Physik relevanten Beispielen unterstellt. Im übrigen kann die Vorlesung über Integralgleichungen als Indiz dafür dienen, dass moderne Entwicklungen, sobald deren Anwendungen auf physikalische Probleme einen gewissen Reifegrad erreicht hatten, auch in den Vorlesungen eine adäquate Berücksichtigung fanden. Es lässt sich aber keine Schwerpunktsetzung in dieser Richtung ableiten. Stärker als früher dominierten die Vorlesungen zur Mechanik. Einen zweiten Schwerpunkt bildete die Potentialtheorie und die mit ihr verknüpften Themenfelder. Im Einzelnen wurden am Leipziger Mathematischen Institut vom Wintersemester 1905/06 bis zum Wintersemester 1927/28 folgende Vorlesungen zur mathematischen Physik gehalten, wobei in einigen Fällen Kurse mit leicht abweichenden Titeln unter einem Titel zusammengefasst wurden:¹³⁶

Analytische Mechanik

WS 1905/06 Mayer (mit Übungen) • WS 1906/07 Neumann (mit Übungen) • WS 1907/08 Neumann • SS 1908 Neumann • WS 1908/09 Hölder (mit Übungen) • WS 1909/10 Herglotz (mit Übungen) • SS 1910 Herglotz • WS 1910/11 Hölder (mit Übungen) • WS 1911/12 Herglotz (mit Übungen) • WS 1912/13 Hölder (mit Übungen) • WS 1913/14 Herglotz • WS 1914/15 Koebe (mit Übungen) • WS 1916/17 Hölder (mit Übungen) • WS 1917/18 Herglotz (mit Übungen) • WS 1918/19 Hölder (mit Übungen) • ZS 1919 Hölder • WS 1919/20 Herglotz • WS 1920/21 Schnee (mit Übungen) • WS 1921/22 Hölder (mit Übungen) • WS 1922/23 Schnee (mit Übungen) • WS 1923/24 Herglotz (mit Übungen)

¹³⁶ Die Bezeichnung «Übungen» nach dem Namen bedeutet, dass die Lehrveranstaltung als Übung zu dem angegebenen Stoffgebiet angekündigt wurde. Der Zusatz «mit Übungen» besagt dagegen, dass die Übungen als zusätzliche Lehrveranstaltung zu den Vorlesungen über das jeweilige Stoffgebiet durchgeführt wurden. In einigen wenigen Fällen, in denen ein Hochschullehrer Übungen ohne Nennung eines Stoffgebiets ankündigte, wurden sie der von diesem angegebenen Hauptvorlesung zugeordnet. Die Abkürzung ZS bedeutet Zwischensemester.

gen) • WS 1924/25 Schnee (mit Übungen) • WS 1925/26 Levi (mit Übungen) • WS 1926/27 Hölder (mit Übungen) • WS 1927/28 Levi (mit Übungen)

Seminar zur Mechanik

WS 1924/25 Hölder, Herglotz, Lichtenstein

Differentialgleichungen der Mechanik und Variationsrechnung

SS 1923 Herglotz (mit Übungen)

Höhere analytische Dynamik

SS 1906 Mayer (mit Übungen) • SS 1907 Mayer (mit Übungen)

Dynamik des starren Körpers

SS 1927 Hölder

Mechanik der Kontinua

WS 1909/10 Herglotz

Hydrodynamik

SS 1923 Lichtenstein

Potentialtheorie

WS 1905/06 Liebmann • SS 1917 Blaschke • SS 1923 Lichtenstein • SS 1925 Herglotz • WS 1926/27 Lichtenstein

Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen

SS 1909 Neumann • WS 1909/10 Neumann

Randwertaufgaben und Potentialtheorie

SS 1911 Herglotz

Potential und partielle Differentialgleichungen

WS 1911/12 Koebe • WS 1914/15 Koebe

Theorie der Integralgleichungen mit Anwendungen auf Probleme der mathematischen Physik

WS 1922/23 Neder

Problem der drei Körper

WS 1927/28 Lichtenstein

Figur und Rotation der Himmelskörper

WS 1922/23 Bauschinger

Seminar (Untersuchungen im Gebiete der Hydrodynamik und der mathematischen Theorie der Figur der Himmelskörper)

WS 1926/27 Lichtenstein • SS 1927 Lichtenstein • WS 1927/28 Lichtenstein

Geometrische Optik

SS 1907 Bruns • SS 1910 Bruns • SS 1913 Bruns

Graphische Statik

WS 1905/06 Liebmann

Ausgewählte Kapitel der (Mathematik oder) mathematischen Physik

SS 1907 Neumann • SS 1910 Neumann • WS 1910/11 Neumann

Vektorrechnung mit physikalischen Anwendungen

SS 1908 Liebmann

Fourier'sche Reihen und Integrale nebst Anwendungen auf die mathematische Physik

WS 1927/28 Lichtenstein

Geometrie höherer Mannigfaltigkeiten (mathematische Grundbegriffe der Relativitätstheorie)

WS 1920/21 Herglotz

Nicht aufgenommen wurden in diese Zusammenstellung mehrere, meist vom Ordinarius für Astronomie bzw. von dem an der Sternwarte tätigen Privatdozenten gehaltenen Vorlesungen zur theoretischen Astronomie, die sich mit der Bahnbestimmung von Himmelskörpern und der Störungstheorie beschäftigten, sowie die verschiedenen Kurse, die die Mittel zur Bearbeitung und Auswertung der zahlreichen Beobachtungsdaten erläuterten. Zu den Letzteren gehörten u. a. die Fehlertheorie, die Ausgleichsrechnung, die Methode der kleinsten Quadrate und die praktische Analysis.

Die mathematische Statistik, die Wahrscheinlichkeitsrechnung und die Korrelationsrechnung bildeten weitere Themenfelder, die von den Vertretern der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, der Versicherungswissenschaften sowie der experimentellen Psychologie in Vorlesungen behandelt wurden, natürlich primär unter dem Blick ihres jeweiligen Fachgebietes, d. h. mit Anwendungen im Versicherungswesen, der Finanz-, Wirtschafts- und Bevölkerungsstatistik u. a.

All die genannten Methoden bzw. Theorien waren auch für die mathematische Behandlung physikalischer Probleme von Bedeutung, so dass diese Vorlesungen eine wichtige Ergänzung des Lehrangebots für mathematische Physik darstellten. Dabei wurde die bestehende Arbeitsteilung beibehalten. Die Mathematiker beschränkten ihre Zuständigkeit auf die theoretischen Grundlagen und überließen das Feld konkreter

Anwendungen weitgehend den anderen Fachrichtungen. Es darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass die Fortschritte in der mathematischen Theorie neue Methoden bzw. Veränderungen in der Grundlegung der Anwendungen hervorbrachten.

Bei den Vorlesungen am Physikalischen Institut ist neben der schon erwähnten weiteren Zunahme der Themenvielfalt vor allem der Umstand bemerkenswert, dass nun erstmals Vorlesungen angekündigt wurden, die Teile des für die theoretischen Betrachtungen notwendigen mathematischen Apparats vermittelten. Ohne diese Erscheinung überzubewerten, darf man darin eine Kritik an den entsprechenden Vorlesungen der Mathematiker sehen, die vermutlich theoretische mathematische Gesichtspunkte zu stark betonten und somit nur bedingt die Bedürfnisse der Physiker berücksichtigten. Da die Palette der behandelten Gebiete recht breit war, sie reichte von der Vektoranalysis bis zur Theorie der Integralgleichungen, ergibt sich als Schlussfolgerung eine weiter anhaltende Konzentration auf den Ausbau der mathematischen Theorie seitens der Mathematiker bei gleichzeitiger Vernachlässigung der inzwischen hervorgetretenen Anwendungsmöglichkeiten in der Physik bzw. eine zu stark auf mathematische Aspekte ausgerichtete Behandlung dieser Anwendungen. Gleichzeitig dokumentiert sich darin eine weitere Stärkung der theoretischen Physik. Immer mehr Teilgebiete der Physik kamen bei ihren Untersuchungen nicht ohne einen gewissen Anteil an theoretischer Physik aus und für diese war die Verwendung ausgewählter mathematischer Methoden unumgänglich.

Die Leipziger Physiker haben sich dieser Erkenntnis nicht verschlossen und die notwendigen mathematischen Grundlagen in ihren Vorlesungen präsentiert. Als eindrucksvollstes Beispiel dieser Entwicklungstendenz muss wohl die Einrichtung des Kurses über mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysikvorlesung durch Wiener ab 1911 angesehen werden, nachdem dieser rund zehn Jahre vorher noch vehement und erfolgreich gegen die Berufung eines mathematisch orientierten theoretischen Physikers gekämpft hatte.

Ein weiterer Hinweis auf die verbesserte Stellung der theoretischen Physik an der Leipziger Universität war die Tatsache, dass hier Haas im Sommersemester 1918 der Erste neben Einstein war, der in Deutschland in einer Vorlesung über die Relativitätstheorie vortrug.

In der folgenden Übersicht wurden alle Vorlesungen erfasst, in denen wenigstens ein Anteil an theoretischer Physik zur Begründung des jeweiligen Spezialgebietes angenommen wurde.¹³⁷ Um eine bessere Übersicht zu ermöglichen, wurde eine grobe Einteilung in Teilgebiete vorgenommen, außerdem wurden geringfügig differierende Vorlesungstitel unter einem Titel vereinigt, größere Abweichungen oder Ergänzungen wurden in Einzelfällen in Klammern angefügt.

Theoretische Physik (Einführung/Überblick)

Theoretische Physik

WS 1905/06 Des Coudres • SS 1907 Des Coudres (mit Übungen) • WS 1907/08 Des Coudres (mit Übungen) • SS 1909 Des Coudres (mit Übungen) • WS 1909/10 Des Coudres (mit Übungen) • WS 1910/11 Fredenhagen • SS 1911 Fredenhagen • WS 1911/12 Des Coudres (mit Übungen) • SS 1912 Des Coudres • SS 1913 Fredenhagen • WS 1913/14 Des Coudres (mit Übungen) • SS 1914 Des Coudres (mit Übungen) • SS 1915 Marx • WS 1915/16 Des Coudres (mit Übungen) • SS 1916 Des Coudres • SS 1917 Haas • WS 1917/18 Des Coudres • SS 1918 Des Coudres (mit Übungen) • ZS 1919 Des Coudres • WS 1919/20 Des Coudres (mit Übungen) • ZS 1920 Des Coudres • SS 1921 Des Coudres • WS 1921/22 Des Coudres • SS 1923 Des Coudres • WS 1923/24 Des Coudres • SS 1925 Des Coudres • WS 1925/26 Des Coudres (mit Übungen)

Repetitorium der theoretischen Physik

WS 1912/13 Jaffé

Neuere Ergebnisse der theoretischen Physik

SS 1925 Jaffé

Die modernen Probleme der theoretischen Physik (Elektronen-, Gas-, Strahlungs-, Quanten-, Relativitätstheorie)

SS 1918 Haas

Überblick über die neueren Theorien der Physik (Elektronen, Quanten, Strahlung, Atomtheorie, Relativität)

ZS 1919 Marx

¹³⁷ Die Zusätze Übung bzw mit Übungen wurden in dem bei den mathematischen Vorlesungen angegebenen Sinn verwendet. Die Abkürzung «m. Exp.» besagt, dass der Lehrende in der Ankündigung ausdrücklich auf die Durchführung von Experimenten hingewiesen hat.

Grundgleichungen der Physik

SS 1910 Marx

Die wesentlichsten Grundgleichungen der theoretischen Physik und ihre Anwendungen

WS 1919/20 Marx

Das Weltbild der modernen Physik (Atomtheorie, Relativitätstheorie, Physik der Sterne)

WS 1922/23 Haas (*)¹³⁸

Die Neugestaltung des Naturbildes durch die moderne Physik

SS 1920 Haas

Atomphysik

Quantentheorie¹³⁹

SS 1919 Haas • SS 1923 Jaffé • WS 1924/25 Jaffé • WS 1926/27 (und chemische Reaktionen) Marx • SS 1927 Wentzel (mit Übungen)

Energiequanten und Atomkonstitution

SS 1922 Marx

Theorie der Molekularerscheinungen

WS 1919/20 Haas

Wandlung des Atombegriffs

SS 1916 Schaefer¹⁴⁰

Bohrs Atomtheorie

WS 1922/23 Marx • SS 1924 Marx

Grundzüge von Bohrs Theorie des Aufbaues der Elemente

SS 1927 Marx

Die Grundlagen der modernen Atomtheorie

SS 1923 Haas (*)

¹³⁸ Vorlesungen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht stattgefunden haben, weil der Vortragende zu diesem Zeitpunkt auf eigene Bitte beurlaubt war, wurden durch (*) gekennzeichnet.

¹³⁹ Die Vorlesungen betrafen (eventuell mit Ausnahme der Letztgenannten) die ältere Quantentheorie vor der Herausbildung der Quantenmechanik.

¹⁴⁰ Konrad Schaefer (1874 – 1922) wirkte am Chemischen Institut und hatte sich 1910 mit Untersuchungen über die Lichtabsorption bei Arthur Hantzsch (1857 – 1935) habilitiert. [UAL, PA 916] Seine Forschungen brachten einen wesentlichen Fortschritt in der Spektroskopie und trugen unter anderem zur Aufklärung der Konstitution anorganischer Verbindungen bei.

Atomkonstitution und Lichtemission (nach der Bohr'schen Theorie)

SS 1925 Marx

Atombau und Spektrallinien

SS 1926 Möbius

Spektroskopische Erforschung des Atominnern

WS 1927/28 Möbius

Spektroskopie

WS 1912/13 Füchtbauer (m. Exp.) • WS 1926/27 Möbius

Das periodische System der Elemente vom Standpunkt der modernen Atomtheorie

WS 1923/24 Haas (*)

Neuere Entwicklung der Radioaktivität und des Atomzerfalls

SS 1926 Marx

Elektronen, Atome, Molekeln (für Hörer aller Fakultäten)

SS 1921 Haas (*)

Thermodynamik**Thermodynamik**

SS 1906 Des Coudres • WS 1906/07 Des Coudres/Fredenhagen (Seminar) • WS 1907/08 Dahms • SS 1908 Des Coudres • WS 1908/09 Des Coudres/Fredenhagen (Übungen) • WS 1909/10 Dahms • SS 1910 Des Coudres (mit Übungen) • WS 1910/11 Des Coudres/Fredenhagen (Übungen) • WS 1911/12 Fredenhagen • WS 1912/13 Des Coudres • SS 1913 Des Coudres/Fredenhagen (Übungen) • WS 1914/15 Des Coudres • SS 1915 Drucker • SS 1915 Bjerknes (mit Anwendungen auf Physik der Atmosphäre und des Meeres) • SS 1916 Marx • WS 1916/17 Des Coudres • SS 1917 Des Coudres/Fredenhagen (Übungen) • WS 1918/19 Des Coudres • ZS 1919 Fredenhagen • SS 1920 Des Coudres • SS 1921 Wenger (mit Anwendung auf Meteorologie und Geophysik) • WS 1921/22 Fredenhagen • WS 1922/23 Des Coudres • SS 1923 Des Coudres/Fredenhagen (Übungen) • WS 1924/25 Des Coudres • WS 1926/27 Des Coudres • WS 1926/27 Weickmann (Anwendung auf die Atmosphäre)

Kinetische Gastheorie

WS 1905/06 Des Coudres • SS 1907 Marx • WS 1910/11 Jaffé • SS 1912 Füchtbauer • WS 1913/14 Füchtbauer (*) • SS 1914 Füchtbauer (*) • WS 1923/24 Jaffé

Kinetische Theorie des gasförmigen und flüssigen Zustandes

WS 1906/07 Fredenhagen

Kinetische Theorie der Materie

WS 1918/19 Haas

Schwankungserscheinungen in der Physik

WS 1922/23 Jaffé • SS 1927 Wentzel (Brown'sche Bewegung)

Theorie der WärmestrahlungSS 1909 Jaffé • WS 1910/11 Schaum¹⁴¹ (m. Exp.) • WS 1922/23 Möbius • WS 1927/28 Wentzel**Zustandsgleichung und ihre Anwendung auf die experimentelle Untersuchung von Gasen**

WS 1911/12 Lilienfeld

Technische Wärmelehre

WS 1923/24 Schiller • WS 1927/28 Schiller

Gasentladungs- und Strahlenphysik**Ionisation der Gase**

WS 1905/06 Marx (m. Exp.) • WS 1906/07 Marx (m. Exp.) • WS 1907/08 Marx

Ionisation und Leitfähigkeit der Gase

SS 1920 Marx

Ionisation durch Radium und Röntgenstrahlen

WS 1920/21 Marx (m. Exp.)

Gasentladung

WS 1908/09 Marx • WS 1910/11 Marx • WS 1914/15 Marx • WS 1915/16 Marx

Elektrizitätsleitung in Gasen

WS 1912/13 Marx (m. Exp.) • SS 1919 Marx • WS 1925/26 Marx • WS 1927/28 Marx (m. Exp.)

Elektrizitätsleitung in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern

WS 1922/23 Kaempf • WS 1923/24 Kaempf

Entladung von Gasen (Kathoden- und Röntgenstrahlen)

WS 1918/19 Marx

¹⁴¹ Karl Schaum (1870–1947) war Extraordinarius für Photochemie und wissenschaftliche Photographie am Physikalisch-Chemischen Institut der Universität und nahm 1914 einen Ruf als Ordinarius nach Gießen an.

Kathodenstrahlen (, Radium-) und Röntgenstrahlen

WS 1905/06 Marx • WS 1906/07 Marx • WS 1907/08 Marx • WS 1921/22 Marx • WS 1926/27 Marx

Physik der Röntgenstrahlen

SS 1914 Marx • SS 1923 Marx

Kathoden- und Kanalstrahlen

SS 1927 Möbius

Hochvakuumladung und Röntgenstrahlen

WS 1919/20 Lilienfeld • WS 1920/21 Lilienfeld • SS 1921 Lilienfeld • WS 1921/22 Lilienfeld • WS 1922/23 Lilienfeld • WS 1923/24 Lilienfeld • SS 1924 Lilienfeld • WS 1924/25 Lilienfeld • SS 1925 Lilienfeld

Erzeugung und Anwendung von Röntgenstrahlung

WS 1915/16 Lilienfeld

Strahlungstheorie

SS 1913 Füchtbauer

Elektrizitätslehre

Theorie der Elektrizität und des Magnetismus

WS 1906/07 Des Coudres • WS 1908/09 Des Coudres • SS 1911 Des Coudres (mit Übungen) • SS 1913 Des Coudres • SS 1915 Des Coudres • SS 1917 Des Coudres • SS 1919 Des Coudres • WS 1920/21 Des Coudres • SS 1922 Des Coudres (mit Übungen) • SS 1924 Des Coudres

Maxwell'sche Theorie auf experimenteller Grundlage

WS 1914/15 Fredenhagen (*) • WS 1915/16 Fredenhagen

Theorie der Elektrizität

WS 1927/28 Wentzel

Theorie der Elektrizität und der Wärme

WS 1917/18 Haas • SS 1926 Des Coudres

Elektronentheorie, metallische Leitfähigkeit, Lichtelektrizität

WS 1909/10 Fredenhagen

Elektronentheorie der Metalle

SS 1913 Jaffé

Elektronentheorie

WS 1911/12 Füchtbauer

Elektromagnetische Lichttheorie

SS 1927 Wentzel

Elektrische Erscheinungen in metallisch leitenden Körpern (Leitfähigkeit, Thermoelektrizität usw.)

WS 1924/25 Kaempf

Theorie der Ätherfrage

SS 1911 Marx

Atmosphärische Elektrizität

WS 1925/26 Weickmann

Elektrische und magnetische Erscheinungen auf der Erde (Luftelektrizität, Polarlicht, Erdmagnetismus)

SS 1920 Wenger

Elektrotechnik

WS 1905/06 Scholl • WS 1911/12 Scholl • WS 1913/14 Marx • WS 1924/25 Karolus

Theoretische Elektrotechnik, mit Behandlung theoretischer Aufgaben

WS 1923/24 Scholl • WS 1926/27 Karolus • SS 1927 Karolus

Mathematische Grundlagen und deren Anwendung

Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften

SS 1906 Fischer • WS 1906/07 Fischer • SS 1907 Fischer • WS 1907/08 Fischer • SS 1908 Fischer • WS 1908/09 Fischer • SS 1909 Fischer • WS 1909/10 Fischer • SS 1910 Fischer • WS 1910/11 Fischer • SS 1911 Fischer • WS 1911/12 Fischer • SS 1912 Fischer • WS 1912/13 Fischer • SS 1913 Fischer • WS 1913/14 Fischer • SS 1914 Fischer • WS 1914/15 Fischer • SS 1915 Fischer • WS 1915/16 Fischer • SS 1916 Fischer • WS 1916/17 Fischer • SS 1917 Marx • SS 1918 Marx • SS 1920 Jaffé • SS 1921 Jaffé • SS 1924 Jaffé (mit Übungen) • SS 1925 Jaffé (mit Übungen)

Mathematische Ergänzungen zur Vorlesung über Experimentalphysik (Höhere Physik, ...)

SS 1911 Wiener • WS 1911/12 Wiener • SS 1912 Wiener • WS 1912/13 Wiener • SS 1913 Wiener • WS 1913/14 Wiener • SS 1914 Wiener • WS 1914/15 Wiener • SS 1915 Wiener • WS 1915/16 Wiener • ZS 1919 Wiener • WS 1919/20 Wiener • SS 1920 Wiener • WS 1920/21 Wiener • SS 1921 Wiener • WS 1921/22 Wiener • SS 1922 Wiener • WS 1922/23 Wiener • SS 1923 Wiener • WS 1923/24 Wiener • SS 1924 Wiener • WS

1924/25 Wiener • SS 1925 Wiener • WS 1925/26 Wiener • SS 1926 Wiener • WS 1926/27 Wiener • SS 1927 Wiener • WS 1927/28 N. N.

Mathematische Physik

WS 1924/25 Jaffé (Übungen) • WS 1925/26 Jaffé (Übungen)

Fourier'sche Reihen und harmonische Analysatoren

SS 1907 Des Coudres

Vektoranalysis

WS 1906/07 Des Coudres • WS 1909/10 Jaffé • WS 1911/12 Marx • SS 1913 Marx • WS 1915/16 Jaffé • WS 1917/18 Marx • SS 1927 Schmidt

Elektrodynamische Anwendungen der Vektoranalysis

SS 1912 Marx

Anwendung der Vektorrechnung (Maxwell'sche und Lorentz'sche Theorie)

SS 1910 Jaffé

Skalar- und Vektorfelder, ihre Eigenschaften, ihre Darstellung und graphisch-mathematische Behandlung, mit Anwendungen auf Physik und Geophysik

ZS 1919 Wenger • SS 1925 Weickmann

Zeichnerische Darstellung magnetischer und elektrischer Felder

SS 1909 v. Oettingen

Mathematische Grundlagen der Akustik

SS 1915 Jaffé

Geophysikalische Arbeitsmethoden (Darstellung von Feldern, mathematische Operationen mit Feldern, Statistik, harmonische Analyse, graphische und rechnerische Hilfsmittel)

SS 1918 Wenger

Mathematische Grundlagen der Bearbeitung meteorologischer und geophysikalischer Beobachtungen (Statistik, Fehlerrechnung usw.)

SS 1927 Weickmann

Hydro- und Aerodynamik

Hydrodynamik

SS 1906 Des Coudres • SS 1908 Des Coudres • SS 1916 Bjerknes (mit Anwendung auf Luft- und Meeresbewegung) • WS 1919/20 Jaffé

Hydro- und Aerodynamik

SS 1924 Schiller • WS 1926/27 Schiller

Dynamik der Atmosphäre (und des Meeres)

WS 1915/16 Bjerknes • SS 1917 Bjerknes • WS 1923/24 Weickmann • SS 1925 Weickmann • WS 1927/28 Weickmann

Theorie der Luftströmungen

SS 1924 Weickmann

Dynamik idealer Flüssigkeiten mit Anwendung auf Luft- und Meeresbewegungen

SS 1914 Bjerknes

Theorie der Wellen in elastischen Medien (mit Anwendung auf meteorologische, hydrologische und seismische Fragen)

WS 1924/25 Weickmann

Dynamik elastisch-fester Körper und reibender Flüssigkeiten (mit Anwendungen auf die Bewegung der Atmosphäre, des Meeres und der festen Erde)

WS 1914/15 Bjerknes • WS 1916/17 Bjerknes

Statik flüssiger und elastisch fester Körper mit Anwendungen auf die Geophysik

WS 1913/14 Bjerknes

Energieumwandlungen in der Atmosphäre

SS 1917 Wenger

Dynamische Meteorologie

WS 1918/19 Wenger

Luftschiffahrt und Flugtechnik

WS 1921/22 Schiller

Physikalische und technische Grundlagen der Luftfahrt

SS 1927 Schiller

Optik**Kapitel aus der neueren theoretischen Optik**

SS 1914 Jaffé • WS 1925/26 Jaffé

Geometrische Optik

WS 1906/07 Dahms • WS 1908/09 v. Oettingen

Polarisiertes Licht

SS 1906 Scholl (m. Exp.) • SS 1910 Scholl (m. Exp.)

Theorie der Interferenz, Beugung und Polarisation des Lichtes

SS 1909 Des Coudres

Höhere Optik (Interferenzmethoden, Interferentialrefraktor, elliptische Polarisation, Metalloptik)

WS 1908/09 Scholl

Optik isotroper Medien

WS 1910/11 Des Coudres • WS 1913/14 Jaffé

Neueste Erklärungsversuche der spektralanalytischen und photochemischen Vorgänge

SS 1910 Fredenhagen (m. Exp.)

Struktur der Kristalle

WS 1918/19 Marx

Grundlagen der technischen Optik

WS 1924/25 Möbius

Projektive Dioptrik

WS 1909/10 v. Oettingen

Theoretische Mechanik

Analytische Mechanik

SS 1910 Dahms

Statistische Mechanik

SS 1911 Jaffé • SS 1921 Kaempf

Technische Mechanik

SS 1922 Schiller • WS 1922/23 Schiller • SS 1925 Schiller • WS 1925/26 Schiller

Integralgleichungen der Mechanik

WS 1926/27 Schmidt

Variationsprinzip der analytischen Mechanik

WS 1927/28 Schmidt

Die Prinzipien der Mechanik (dargestellt auf Grund der geschichtlichen Entwicklung)

SS 1914 Haas

Elastizitäts- und Festigkeitslehre

SS 1923 Schiller • SS 1926 Schiller

Übertragung elektromagnetischer Wellen

Elektrische Wellen

SS 1906 Marx (m. Exp.)

Elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie (und Telephonie)

SS 1907 Marx • SS 1908 Fredenhagen • WS 1912/13 Fredenhagen • WS 1913/14 Scholl (m. Exp.) • WS 1916/17 Marx

Hochfrequenztechnik (Elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie)

WS 1922/23 Scholl • WS 1925/26 Karolus • WS 1927/28 Karolus

Kosmische Physik

SS 1908 Marx (m. Exp.) • WS 1909/10 Marx

Akustik

Akustik

WS 1908/09 Dahms (m. Exp.)

Elastizität und Akustik (theoretisch)

WS 1910/11 Dahms

Relativitätstheorie

Das Relativitäts-Prinzip

WS 1914/15 Jaffé

Relativitätstheorie

SS 1920 Haas • WS 1920/21 Jaffé • WS 1921/22 Jaffé • SS 1922 Jaffé

Die Einsteinsche Gravitationstheorie

SS 1921 Haas

Ergänzend sei noch vermerkt, dass sowohl einzelne Vorlesungen weggelassen wurden, die durch einen Zusatz als allgemein verständlich charakterisiert wurden und deshalb wohl kaum tiefer gehende theoretische Darlegungen enthielten, als auch solche, die durch einen Zusatz und/oder entsprechend dem damaligen Kenntnisstand als im Wesentlichen experimentell ausgerichtet eingeschätzt wurden. Auch bei den angegebenen Vorlesungen war der theoretische Anteil und der Grad der mathematischen Durchdringung sehr unterschiedlich. Zu den Gruppen von Vorlesungen, in denen mit Rücksicht sowohl auf den allgemeinen Entwicklungsstand des jeweiligen Gebietes als auch das Forschungsprofil des Vortragenden Hochschullehrer der beschreibende Charakter überwogen haben dürfte, gehören die Gasentladungs- und Strahlenphysik, die Übertragung elektromagnetischer Wellen und Teile der Optik.

Für eine weitere Beurteilung der Vorlesungssituation in Leipzig sei noch ein Vergleich mit den an den führenden Universitäten Berlin, München und Göttingen für die Zeit Mitte der 20er Jahre herangezogen. Wie die obige Zusammenstellung zeigte, hatten die Mathematiker in Leipzig nur die Vorlesung zur theoretischen Mechanik kontinuierlich gehalten. Bei allen anderen Vorlesungen traten deutliche Unregelmäßigkeiten auf. Im Vergleich dazu wiesen die Vorlesungen an der Berliner Universität eine größere Breite und Regelmäßigkeit auf. Auch das Angebot an Übungen zu den jeweiligen Vorlesungen war größer. Durch das dort vorhandene Institut für angewandte Mathematik fielen ein großer Teil der zu diesem Fachgebiet gehörenden Vorlesungen unter die Ägide der Mathematiker und, wohl wesentlich bedingt durch die speziellen Forschungsinteressen des Institutsdirektors Richard von Mises, auch die Vorlesungen zur Wahrscheinlichkeitsrechnung. Hinzu kam außerdem ein astronomisches Recheninstitut und ein Seminar zur Ausbildung von Studierenden im wissenschaftlichen Rechnen, was besonders günstige Möglichkeiten für Praktika auf dem Gebiet der Numerik bot, die so an keiner anderen Universität vorhanden waren.

Eine ähnliche Einschätzung liefert ein Blick auf die in Göttingen, dem führenden mathematischen Zentrum Deutschlands, gehaltenen Vorlesungen. Durch das langjährige erfolgreiche Wirken von Felix Klein (1849–1925), Carl Runge, Richard Courant u. a. erfreuten sich die Anwendungen der Mathematik einer besonderen Aufmerksamkeit der Mathematiker, so dass die Ausbildung auf diesem Gebiet in den Händen der Mathematiker lag. Es gab sowohl ein Institut für angewandte Mathematik und Mechanik, als auch eines für Statistik, so dass insbesondere die theoretischen Grundlagen der Statistik in der mathematischen Forschung und Lehre Berücksichtigung fanden. Die Vorlesungen zur Wahrscheinlichkeitsrechnung gehörten ebenfalls ins Aufgabengebiet der Mathematiker.

Im Gegensatz zu Berlin und Göttingen blieb die Universität München im Vergleich des relevanten Lehrangebots hinter Leipzig zurück. Im Vorlesungsprogramm fanden sich nur wenige Vorlesungen, die zum Gebiet der mathematischen bzw. theoretischen Physik gehörten. Selbst die theoretische Mechanik wurde nur sporadisch gelesen. Auch die auf numerische Aspekte und Methoden der Datenauswertung zielenden Lehrveranstaltungen, die in Leipzig vor allem von den Astronomen

durchgeführt wurden, waren weniger präsent. Lediglich hinsichtlich der mathematischen Statistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung kann eine zur Leipziger Universität analoge Anbindung an die Staatswissenschaftliche Fakultät konstatiert werden.

Wesentlich schwieriger ist ein Vergleich der physikalischen Vorlesungen, vor allem wegen der schon erwähnten Probleme bei der Abschätzung des theoretischen Gehalts der einzelnen Vorlesungen. Aus rein quantitativer Sicht war an der Berliner und an der Göttinger Universität das Angebot sowohl an Vorlesungen als auch an Übungen und Praktika größer als in Leipzig. Bedenkt man jedoch, dass in Berlin allein auf Grund der höheren Studentenzahlen und der dadurch bedingten größeren Anzahl von Lehrkräften sowie der Lehrtätigkeit von Mitgliedern der Preußischen Akademie der Wissenschaften ein vielfältigeres Angebot möglich bzw. hinsichtlich der Praktika auch nötig war, so relativieren sich die Unterschiede. Unbestritten bleibt die Führungsrolle Göttingens hinsichtlich der auf einer langen Tradition basierenden, sehr engen Verflechtung von Mathematik und theoretischer Physik. Für die drei Vergleichsuniversitäten und das theoretische Niveau der Vorlesungen sprechen zweifellos die Namen der Lehrenden, unter denen sich meist mehrere führende theoretische Physiker und/oder aufstrebende junge Theoretiker befanden. In Berlin waren es u. a. Einstein, von Laue, Lise Meitner (1878–1968), Nernst und Planck, in Göttingen Born, Franck, Heisenberg, Hilbert, Friedrich Hund (1896–1997) und Prandtl sowie in München Leo Graetz (1856–1941), Sommerfeld, Wentzel und Wilhelm Wien (1864–1928). Auch wenn der Leipziger Physik zu diesem Zeitpunkt eine hervorragende, die Attraktivität der Ausbildung erhöhende Forscherpersönlichkeit fehlte, so ist doch unverkennbar, dass spätestens mit der Einrichtung der Professur für mathematische Physik die theoretische Komponente in der Leipziger Physikausbildung stärker hervortrat und der Anschluss an die führenden Universitäten hergestellt wurde. Einen wichtigen Schritt in dieser Richtung stellte bereits die Berufung von Haas dar, doch wurden die daraus resultierenden positiven Ansätze durch den Ausbruch des Ersten Weltkriegs unterbrochen und konnten wegen der schlechten ökonomischen Bedingungen in den Nachkriegsjahren zunächst nur sehr eingeschränkt fortgesetzt werden.¹⁴² Ein Glücksfall für die Leipziger Universität war, dass sich

¹⁴² Wegen der hohen Lebenshaltungskosten in Deutschland und der ungünstigen Kurs-

mit Jaffé ein fähiger Privatdozent den theoretischen Forschungen zugewandt hatte und den von Haas eingeschlagenen Weg fortsetzte. Hier zeichnet sich nicht nur eine Kontinuität der Entwicklung ab, sondern diese beiden Physiker waren es auch, die frühzeitig moderne Themen in den Vorlesungen behandelten.

Als Fazit ergibt sich somit, dass die Leipziger Universität in den Lehrveranstaltungen zur theoretischen und mathematischen Physik bis zur Mitte der 20er Jahre hinsichtlich der Ausbildungsstandards mit den führenden deutschen Universitäten mithielt, ohne jedoch Anspruch auf eine Spitzenposition erheben zu können. Ähnlich wie bei der Einrichtung der Professuren für theoretische Physik in der Phase des ersten Aufschwungs dieser Disziplin blieb Leipzig in der Entwicklung etwas zurück, konnte aber, als sich klare Konturen abzeichneten, den Rückstand schnell aufholen und eine Spitzenposition erringen.

relationen von Reichsmark zur österreichischen Krone war es Haas nach dem Krieg nicht möglich, dauerhaft in Leipzig zu wohnen. Er ließ sich deshalb mehrmals für das jeweilige Wintersemester beurlauben und gab später seine Lehrposition in Leipzig ganz auf.

6 Das wissenschaftliche Leben auf den Gebieten der Mathematik und Physik sowie der angrenzenden Fächer

Bei den Untersuchungen zur Lehre war für die Leipziger Physiker und Mathematiker ein gutes Niveau nachgewiesen worden. Zugleich deutete sich aber bereits an, dass von ihnen in dem betrachteten Zeitraum 1905–1927 kein herausragendes Forschungsergebnis in der theoretischen Physik, jedoch einige bemerkenswerte Resultate zur mathematischen Physik erzielt wurden. Angesichts des nachfolgenden rasanten Aufschwungs der theoretischen Physik ist es wichtig, einen genaueren Blick auf die in den zwei Jahrzehnten in Leipzig durchgeführten Forschungen zu werfen, um auch aus dieser Sicht eine exakte Beurteilung der einzelnen Gelehrten und ihrer Ausstrahlung bzw. Anziehungskraft in der Wissenschaftlergemeinschaft ihres Faches vornehmen zu können. An der Spitze stehen dabei die beiden Institutsdirektoren Wiener und Des Coudres, als die einflussreichsten Repräsentanten der Physik am Physikalischen Institut.

6.1 Wieners Ringen um einen einheitlichen Aufbau der Physik

In den ersten Jahren seines Wirkens in Leipzig hatte Wiener, soweit es die Belastungen durch die Organisation des Institutsneubaus und die Lehrverpflichtungen zuließen, zu den Grundlagen der Farbfotografie und zur lamellaren Doppelbrechung in Mischkörpern geforscht.¹⁴³

¹⁴³ Vgl. [Schlote 2004a], S. 105f.

Fragen der Optik bildeten für ihn auch weiterhin ein zentrales Forschungsthema. Dabei sind weniger die Einzelresultate von Interesse, als vielmehr die in den Publikationen dokumentierte stärkere Einbeziehung mathematisch-theoretischer Überlegungen in die Untersuchung der jeweiligen Fragestellung. Was in Wieners Leipziger Antrittsvorlesung in Ansätzen dargelegt wurde, demonstrierte er jetzt in aller Deutlichkeit: Experimentelle Forschung und theoretische Bearbeitung der experimentell gewonnenen Daten mussten einander ergänzen. Die Basis der physikalischen Forschungen bildeten exakte Experimente mit einer präzisen Messtechnik, auf denen dann ein theoretisches Gerüst errichtet werden konnte. Dabei scheute Wiener auch vor einer detaillierten mathematischen Behandlung nicht zurück. Wie die nachfolgenden Arbeiten belegen, gewannen in Wieners Ansichten und Forschungen Aspekte der mathematisch-theoretischen Durchdringung der jeweiligen Sachverhalte eine größere Bedeutung als dies in seinen früheren Publikationen und mit seinem Widerstand gegen die Berufung eines mathematisch orientierten theoretischen Physikers als Nachfolger von Ludwig Boltzmann zum Ausdruck kam.¹⁴⁴

In der Abhandlung über die optischen Konstanten bei Reflexionsbeobachtungen an Metallen¹⁴⁵ unternahm er eine umfassende Analyse der verschiedenen Näherungsmethoden für die Berechnung der verschiedenen optischen Konstanten, etwa den Brechungsindex und den Absorptionskoeffizienten. Wie Wiener einleitend schrieb, enthalte diese Arbeit keine neuen physikalischen Zusammenhänge, sondern er versuche nur, die bekannten in einfacher Weise abzuleiten, die Ergebnisse geometrisch zu veranschaulichen, «neue möglichst genaue Näherungsformeln» aufzustellen und deren Genauigkeitsgrad zu bestimmen.¹⁴⁶ Obwohl der Anlass und Ausgangspunkt dieser Abhandlungen experimentelle Untersuchungen waren, überrascht doch der für Wiener ungewöhnliche mathematisch-theoretische Charakter.

Eine ähnliche Einschätzung kann auch für Wieners Arbeiten zur Theorie der Mischkörper und der Bestimmung der Refraktionskonstanten gegeben werden. So berichtete er in der Arbeit zur Theorie der Refrak-

¹⁴⁴ Vgl. [Schlote 2004a], S. 86–88

¹⁴⁵ Wiener 1909. Die Jahresangabe bezieht sich auf den Gesamtband der Abhandlungen, Wieners Arbeit erschien als fünfter Beitrag des Bandes bereits 1908.

¹⁴⁶ Wiener 1909, S. 498

tionskonstanten¹⁴⁷ über die Möglichkeit, die Aufgabenstellung durch eine elektrostatische Interpretation zu vereinfachen, und verwies auf zwei von ihm beschrittene Wege zur Berechnung der Dielektrizitätskonstanten. Diese bestanden in der Verwendung Fourier'scher Reihen, deren Koeffizienten mittels unendlicher linearer Gleichungssysteme mit unendlich vielen Variablen ermittelt wurden und in einem iterativen Näherungsverfahren, das die Dielektrizitätskonstante als unendliche Reihe mit mehrfachen Raumintegralen als Koeffizienten angab. Die praktische Umsetzung beider Verfahren war sehr mühsam, doch gab Wiener unter einer zusätzlichen Annahme eine praktikable Näherungsformel an.

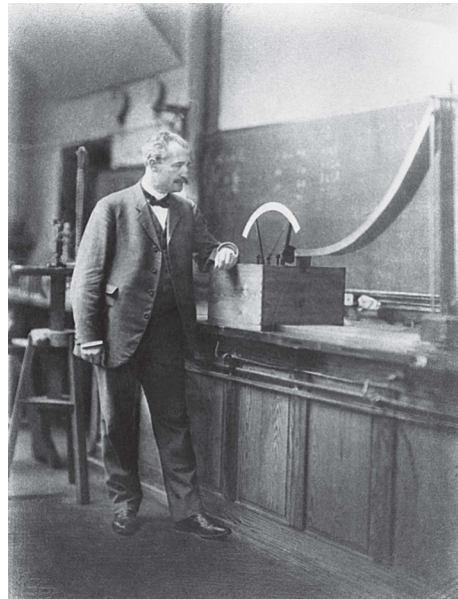


Abbildung 6.1

Otto Wiener, Ordinarius für Experimentalphysik in Leipzig 1899–1927

Im Jahre 1912 fasste Wiener die im letzten Jahrzehnt erhaltenen Ergebnisse in einer allgemeinen Theorie des Mischkörpers zusammen und begann mit der Publikation des ersten Teils.¹⁴⁸ Nach einer kurzen historischen Einordnung und einer kritischen Auseinandersetzung mit den älteren Theorien formulierte er die Aufgabe dieser Theorie:

¹⁴⁷ Wiener 1910

¹⁴⁸ Wiener 1913. Die Jahresangabe bezieht sich auf den Gesamtband der Abhandlungen, Wieners Arbeit erschien als sechster Beitrag des Bandes bereits 1912. Obwohl durch den Titel nahegelegt, hat Wiener eine zweite Abhandlung zu diesem Thema nicht publiziert.

«In ein Feld, das der Differentialgleichung der stationären Strömung unterliegt, sei ein beliebiger Mischkörper mit isotroper oder anisotroper Anordnung der Bestandteile eingebettet; welches sind dann die Konstanten eines einheitlichen Körpers, der den Mischkörper derartig ersetzt, daß das äußere Feld unverändert bleibt?»¹⁴⁹

Da die vollständige Lösung dieser Aufgabe auf Grund ihrer großen Allgemeinheit sehr schwierig erschien, unterstrich er, dass «die Theorie des Mischkörpers als eine physikalisch grundlegende» zu betrachten sei, «die zu irgendeiner Zeit einmal gelöst werden muß». Es gebe «kaum einen mit einer gerichteten Größe verbundenen Vorgang, der nicht den Gesetzen der stationären Strömung gehorchte, derart, daß eine allgemein gefundene Lösung anwendbar ist nicht bloß auf die Strömung einer Flüssigkeit, sondern auch auf die elektrische, magnetische und Wärmeströmung, ferner auf das magnetische, elektrostatische und elastische Feld und ebenso auf die Wellenbewegung der elastischen Schwingungen, wie Erdbebenwellen, ferner des Schalles und der elektromagnetischen Störungen, insbesondere des Lichtes.»¹⁵⁰

Wiener hatte also eine Theorie vor Augen, die beträchtliche Teile der Physik umfasste und die letztlich als ein Bestandteil seiner Suche nach einem einheitlichen Aufbau der Physik zu sehen ist. Die Grundlage dieser breiten Anwendbarkeit war die mathematisch gleichartige Modellierung der Vorgänge durch eine bestimmte Differentialgleichung. Wiener räumte den mathematischen Methoden einen für sein sonstiges Vorgehen ungewöhnlich breiten Raum ein. Er stellte sie, als «Hilfssätze» bezeichnet, in einem besonderen Kapitel zusammen, das über ein Fünftel der gesamten Arbeit ausmachte und in dem er nach eigenen Angaben u. a. zwei neue Integralsätze ableitete. Die Arbeit erhielt insgesamt eine mathematisch-theoretische Prägung. Trotzdem verlor Wiener nie den Bezug zur experimentellen Praxis und stellte immer wieder eine Verbindung zur jeweiligen physikalischen Realität her.

Den Höhepunkt seiner theoretischen Bestrebungen erreichte Wiener zweifellos 1921 mit seiner Abhandlung *Das Grundgesetz der Natur und die Erhaltung der absoluten Geschwindigkeiten im Äther*, die zugleich in mehreren Passagen sehr philosophisch geprägt war, sowie den sich in den

¹⁴⁹ Wiener 1913, S. 517

¹⁵⁰ Wiener 1913, S. 517f.

folgenden Jahren daran anschließenden Ergänzungen. Er stellte sich darin die Aufgabe, die Physik auf der Basis der Ätherhypothese und unter grundsätzlichem Ausschluss von Fernwirkungen sowie der Beseitigung aller besonderen Arten von Massen als eine reine Bewegungsphysik aufzubauen. Den Äther sah er als eine einheitliche, zusammenhängende, in sich bewegliche Flüssigkeit mit gleichbleibender Raumerfüllung. Die Geschwindigkeitsänderung jedes seiner Teilchen bestimmte sich einzig durch dessen Eigengeschwindigkeit und den Bewegungszustand in dessen Umgebung. Die Aufgabe bestand dann darin, «die Beschleunigung jedes Teilchens zu finden, wenn die Geschwindigkeit und ihre Verteilung in der Umgebung gegeben ist».¹⁵¹ Die Lösung wurde durch das sog. Grundgesetz geliefert, dass «der Unterschied des Absolutwertes der Geschwindigkeit eines Teilchens in zwei aufeinanderfolgenden Zeitpunkten» «sowohl in den Größen erster als auch in denen zweiter Ordnung ein Minimum sein» muss.¹⁵²

Wiener gab dann verschiedene Folgerungen und äquivalente Formulierungen des Gesetzes an, so etwa die Äquivalenz zum Hertz'schen Gesetz der geradesten Bahn, die er aber in einer späteren Arbeit zu einer Ähnlichkeit zu diesem Gesetz abschwächen musste.¹⁵³ Zugleich leitete er eine verbale Begründung für die Lorentz-Kontraktion ab und äußerte die Erwartung, «daß die aus der Einsteinschen Relativitätstheorie gezogenen Folgerungen sich auch aus der Theorie des Strömungsäthers später ergeben werden»,¹⁵⁴ ja er hielt es für wahrscheinlich, «dass die Relativitätstheorie später einmal durch die vorstehende (die Theorie des Strömungsäthers, K.-H. S.) ihre tiefere Begründung erfahren wird».¹⁵⁵ Auch die Tatsache, dass bisher keine die Lichtgeschwindigkeit übertreffende Geschwindigkeit beobachtet wurde, fand bei Wiener eine plausible Erklärung, so dass man ohne «den unverständlichen Glaubenssatz einer völligen Unveränderlichkeit der Lichtgeschwindigkeit» auskommen konnte. Mehrfach bemühte er sich das Verhältnis seiner Theorie zur Einstein'schen Relativitätstheorie aufzudecken und kam zu dem Schluss, dass Letztere eine spezielle, an bestimmte Voraussetzungen gebundene Theorie sei. Ihre Bedeutung sah er

¹⁵¹ Wiener 1921, S. 10

¹⁵² Wiener 1923, S. 132

¹⁵³ Wiener 1925, S. 77

¹⁵⁴ Wiener 1924b, S. 552

¹⁵⁵ Wiener 1921, S. 36

«in der Gewinnung eines neuen Grundsatzes, der mit Hilfe glücklicher Verallgemeinerungen von Erfahrungstatsachen in einem gewissen Bereich zu richtigen Ergebnissen führt, ohne dass es nötig wäre, besondere Annahmen zu machen über die innere Gestalt der behandelten Vorgänge ...»¹⁵⁶

Mit den Arbeiten zur Theorie des Schwingungsäthers offenbarte Wiener ein umfassendes theoretisches Interesse und Können und gab damit seinen Forschungen eine neue Schwerpunktsetzung, die sein Schaffen in den letzten eineinhalb Jahrzehnten seines Lebens dominierte.¹⁵⁷ Mehrere seiner Zeitgenossen und Kollegen sahen in der Entwicklung und dem Ausbau dieser Theorie zu einem Ansatz zur «Vereinheitlichung des gesamten physikalischen Weltbildes» sogar Wieners Lebenswerk.¹⁵⁸ In diesen Forschungen demonstrierte er zugleich seine kritische Haltung gegenüber den neueren Resultaten der theoretischen Physik und zeigte sich als konsequenter Anhänger von Auffassungen der klassischen Physik. In diesem Sinne kann man seine Theorie als einen späten Versuch zur Beibehaltung der klassischen Physik sehen. Auch wenn im retrospektiven Blick das Festhalten an der Äthertheorie völlig absurd erscheinen mag, so würde ein pauschales, negatives Urteil der Leistung Wieners nicht gerecht werden. Zum einen sind seine Arbeiten zum Schwingungsäther letztlich nur ein Beweis für das lange Fortbestehen des Alten bei dem Aufbruch der Physik in die Moderne. Zum anderen muss anerkannt werden, dass Wiener viele neuere Vorstellungen und Ergebnisse zur Kenntnis genommen hatte und sich bemühte, sie im Rahmen seiner Theorie zu erklären. Dies betraf beispielweise die Behandlung der Gravitation und die unterschiedliche Charakterisierung von Massen sowie die Bewegung eines Elektrons mit gleichförmiger Geschwindigkeit um einen positiven Kern ohne Strahlung abzugeben. Außerdem formulierte er erste Ansätze über den Zusammenhang seiner Theorie mit Maxwells Elektrodynamik, über die Ablenkung der Lichtstrahlen im Gravitationsfeld großer Gestirne, über den Aufbau des elektromagnetischen Feldes, des negativen Elektrons und des Wasserstoffions.

¹⁵⁶ Wiener 1921, S. 36

¹⁵⁷ In den Anfängen reichen Wieners Überlegungen zur einheitlichen Begründung der Physik mit Hilfe der Theorie des Schwingungsäthers bis in die 90er Jahre des 19. Jahrhunderts zurück. Vgl. [Wiener 1921], S. 79 und [Weickmann 1927], S. 116f.

¹⁵⁸ Wiener 1931, S. 111

Eine wichtige Rolle bei diesen Darlegungen spielte der Aufbau des Äthers. Wiener ließ sich dabei von der Helmholtz'schen Wirbeltheorie leiten und betrachtete schraubenförmige Wirbelgebilde, sogenannte Archonen, als die einfachsten selbständig beweglichen, stabilen Gebilde, wobei die Drehung rechts- bzw. linksschraubig sein konnte. Dies führte zur Unterscheidung der positiven und negativen Archonen. Für zwei ungleichnamige Archonen vermutete Wiener dann, dass sie «im dynamischen Gleichgewicht umeinander kreisen könnten»¹⁵⁹ und formte auf dieser Basis eine Hypothese über den Aufbau der negativen Elektronen als Ring derartiger Archonenpaare, was wiederum zu einer neuen Deutung quantenmechanischer Effekte führte.

Wiener war überzeugt, dass seine Theorie in vielen Punkten eine bessere Erklärung der physikalischen Erscheinungen lieferte, wusste jedoch auch, dass eine exakte Begründung der Theorie, in die er insbesondere die mathematische Erfassung und Berechnung verschiedener Effekte einschloss, erst am Anfang stand. Die von ihm eingesetzten mathematischen Mittel umfassten vorrangig die Vektoranalysis und das Lösen von Differentialgleichungen. Speziell Letzteres erwies sich als sehr aufwendig und umständlich, geschlossene Lösungen der Differentialgleichungen waren nur in Einzelfällen möglich, meist musste er die Lösung mittels Reihenansatz bestimmen. In Hinblick auf Wieners veränderte Haltung gegenüber theoretischen Darlegungen ist noch hervorzuheben, dass er sich völlig über die Notwendigkeit klar war, einige nicht beweisbare Grundannahmen machen zu müssen.

«Ein Gesetz, aus dem alle anderen physikalischen Gesetze abgeleitet werden sollen, ist selbst keines Beweises fähig und kann nur durch die Folgerungen gerechtfertigt werden, die man daraus zu ziehen vermag und die mit der Erfahrung übereinstimmen müssen. Insofern hat man von vornherein über die Grundannahmen freie Verfügung. Aber man wird sie selbstverständlich so einrichten müssen, daß sie Aussicht auf Erfolg versprechen, indem man allgemeinste Erfahrungen in sie hineinlegt.»¹⁶⁰

Es kann nun leicht der Eindruck entstehen, Wiener habe sich damit weitgehend den von Neumann vertretenen Auffassung zum Aufbau einer

¹⁵⁹ Wiener 1921, S. 56

¹⁶⁰ Wiener 1924a, S. 175

physikalischen Theorie angenähert.¹⁶¹ Dies trifft aber nicht zu. Der signifikante Unterschied besteht darin, dass Neumann die logische Struktur und die mathematischen Aspekte beim Aufbau der physikalischen Theorie in der Vordergrund rückte, während Wiener die Frage der Auswahl und der Bestätigung der allgemeinen Grundprinzipien betonte, wobei die Bestätigung im Sinne einer Motivierung und Plausibelmachung durch die Erfahrung, die experimentelle Praxis zu verstehen war. Bei aller Öffnung gegenüber der Anwendung mathematischer Methoden verlor Wiener nie die Bindung zur experimentellen Basis.

Wiener blieb es erspart, das Scheitern seiner universellen Äthertheorie mitzuerleben. Den 1925 fertiggestellten Beitrag *Die physikalischen Grundlagen des Weltbildes* für den vierten Band der von Carl W. Schmidt (1892 – 1946) herausgegebenen Reihe *Mensch und Natur* konnte er noch mit einem kurzen Abriss seiner Theorie und dem hoffnungsvollen Ausblick beenden, dass seine Theorie gleichberechtigt neben den «neuesten physikalischen Theorien der sogenannten Quantenmechanik und Wellenmechanik» stehe und die gleiche Zielstellung habe. Als der Band 1931 erschien, hatte Karl Lichtenecker (1882 – 1947) den Beitrag einer Revision unterzogen, die sich in geringfügigen Änderungen im bisherigen letzten Kapitel, dem Streichen des vorletzten Kapitels und dem Anfügen eines neuen Schlusskapitels äußerte. Das neue Schlusskapitel berichtete über die neuesten physikalischen Erkenntnisse und Theorie und ersetzte inhaltlich teilweise das gestrichene Kapitel, ohne alle von Wiener behandelten Themen aufzugreifen. Bezugnehmend auf Wieners Theorie begann es mit der scheinbar lapidaren, für diese aber vernichtenden Feststellung: «Die Entwicklung der Physik in den letzten fünf Jahren ist allerdings zunächst einen anderen Weg gegangen, als den eben geschilderten, ...»¹⁶²

Zur Vervollständigung des Bildes von Wieners Forschungen muss noch auf seine Aktivitäten zum Flugwesen eingegangen werden. Seit 1894 sich dafür interessierend, gehörte er 1909 zu den Gründungsmitgliedern des Leipziger Luftfahrtvereins und pries 1911 in einem kleinen 59-seitigen Büchlein über Vogelflug und Luftfahrt die großen Perspektiven der Luftfahrt. Die Begeisterung für das Fliegen lenkte auch Wieners Aktivitäten während des Krieges, wo er bemüht war, sein Wissen für das

¹⁶¹ Zu Neumanns Auffassungen vgl. [Schlote 2004a], S. 56f. und [Schlote 2001].

¹⁶² Wiener 1931, S. 111

Erreichen der Kriegsziele zur Verfügung zu stellen. Insbesondere hielt er ab 1916 Vorträge und Kurse für akademisch Gebildete sowohl in der Leipziger Garnison als auch bei den im Kriegseinsatz befindlichen Truppen über die Berechnung von Geschossbahnen zur Abwehr feindlicher Flugzeuge bzw. über die Bedeutung von technischen und wissenschaftlichen Resultaten für die Erweiterung der Fähigkeiten und Möglichkeiten des Menschen zur Erkenntnis der Natur. Zu beiden Themen publizierte er 1919 jeweils eine größere Arbeit, die – wie schon die Abhandlung zum Vogelflug – Wieners veränderte und aufgeschlossenerere Haltung zu theoretischen Erörterungen in einer dem Thema entsprechenden Weise dokumentierten. In der Abhandlung zum Vogelflug beklagte er, dass oft eine Abneigung gegenüber der Theorie bestünde, dabei beruhe Deutschlands Weltruf in der Chemie und der Elektrotechnik u. a. vor allem auf der Erforschung tiefer theoretischer Grundlagen, und forderte, dass sich die Theorie mit der Praxis verbünde, um die Luftschiffahrt rasch voranzubringen. Die Wissenschaften, speziell die Universitäten, könnten hierzu durch ihre Forschungen einen wichtigen Beitrag leisten. In diesem Kontext plädierte er für die Begründung und Förderung der physikalischen Meteorologie sowie die Schaffung neuer Professuren.¹⁶³ Wiener setzte diese Einsicht auch in Taten um und engagierte sich, wie bereits erläutert, zusammen mit Bruns sehr für die Einrichtung einer geophysikalischen Professur in Leipzig (vgl. Abschn. 3.4).

In der Arbeit zur Berechnung der Geschossbahnen dominierten mathematische, insbesondere numerische Aspekte, ohne jedoch die physikalischen Gegebenheiten und verschiedene experimentelle Daten außer Acht zu lassen.¹⁶⁴ Wiener präsentierte ein neues Verfahren zur Berechnung der Bahnen, in dem er die Differentialquotienten durch Differenzenquotienten und die vorkommenden Funktionen durch die Anfangsglieder ihrer Taylor-Reihe ersetzte, wobei er zunächst nur die linearen und teilweise die quadratischen Glieder berücksichtigte. Er diskutierte zugleich den Einfluss verschiedener Bedingungen, wie Luftwiderstand und Windverhältnisse bzw. die Abnahme der Luftdichte mit der Höhe und betonte als Vorteil des vorgestellten Verfahrens, dass Einflüsse jeglicher Art berücksichtigt werden können. Der Rechenaufwand war

¹⁶³ Wiener 1911, S. 46–48

¹⁶⁴ Wiener 1920, Wieners Beitrag erschien als Heft 1 des Abhandlungsbandes bereits 1919.

erheblich, doch glaubte Wiener, dass diesbezüglich noch Verbesserungen möglich seien. Ihm ging es um die Grundlegung des allgemeinen Verfahrens.

Allgemeiner gehalten waren die Ausführungen in den Vorträgen zur Physik und Kulturentwicklung, die in einem Schwerpunkt sein visionäres Bild einer einheitlichen Physik in der Sprache der Bewegungslehre vermittelten. Zwar war dieses Ziel unrealistisch, doch eröffnete Wiener seinen Zuhörern ein anschauliches Bild von der Bedeutung der Physik in der Gesellschaft. Mit einfachen Worten verdeutlichte er, dass die stärkere Einbeziehung theoretischer Erörterungen keine Abkehr von seinen früheren Ansichten war, sondern eine Erweiterung derselben im Bezug auf die Rolle der Theorie. Mathematik und mathematisch arbeitende theoretische Physik bieten dem Forscher mächtige Hilfsmittel, ohne die viele Erkenntnisse nicht zu gewinnen wären, «vorauszu gehen hat freilich beim Betreten eines neuen Gebietes auf physikalischem Boden die sichtende Pionierarbeit des Experimentalphysikers».¹⁶⁵ Die experimentelle Forschung bleibt für ihn die Basis für jede theoretische Erkenntnis, nur die Vormachtstellung der Ersteren nahm er zurück. Im übrigen waren die Darlegungen in dem Buch eine Erweiterung und Fortführung der schon in seiner Leipziger Antrittsvorlesung entwickelten Ideen.

Von den anderen, teilweise populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen Wieners sei noch auf den Beitrag *Entwicklung der Wellenlehre des Lichtes* im Physik-Band der Reihe *Kultur der Gegenwart* eingegangen.¹⁶⁶ Auf der Basis der Äthertheorie vermittelte Wiener darin einen klaren historischen Überblick über die einzelnen Theorien der Optik und die von den zahlreichen Forschern erzielten Fortschritte bis hin zu den neuesten Ansätzen bei Planck, Einstein, H. A. Lorentz, Bjerknes u. a. Er beschrieb auch die gegen die Äthertheorie in jüngster Zeit vorgebrachten Argumente, war aber unverkennbar bemüht, die Beibehaltung dieser Theorie zu rechtfertigen.

Als wesentliches Merkmal von Wieners Forschungsaktivitäten in den zwei Jahrzehnten nach dem Institutsneubau muss die deutliche Hinwendung zu und stärkere Einbeziehung von theoretischen Erörterungen hervorgehoben werden. Dieser Wandel darf wohl auch bei vorsichtiger Interpretation als eine Reaktion Wieners auf die in den Anfangskapiteln

¹⁶⁵ Wiener 1919, S. 41

¹⁶⁶ Wiener 1915

skizzierte Entwicklung und veränderte Rolle der theoretischen Physik gewertet werden. Die stärkere Beachtung der Theorie blieb jedoch, abgesehen von einigen optischen Detailuntersuchungen, weitgehend wirkungslos, da sie mit einem Festhalten und Verteidigen der Äthertheorie und dem Versuch, die Physik als reine Bewegungsphysik aufzubauen, verknüpft war. Somit blieb Wiener mit seiner Auffassung in der klassischen Physik stehen.

In Bezug auf Wieners Kollegen Des Coudres und dessen Leistungen und Wirkung als Vertreter der theoretischen Physik kann die im ersten Teil gegebene Einschätzung als ein sehr eng mit der Experimentalphysik verhafteter Theoretiker, der vor allem im persönlichen Gespräch viele Anregungen vermittelte, im vollen Umfang aufrechterhalten werden.¹⁶⁷



Abbildung 6.2

Theodor Des Coudres, Ordinarius für theoretische Physik in Leipzig 1902 – 1926

Auch für Des Coudres Leipziger Zeit sind vor allem experimentelle und technische Ergebnisse zu nennen. So hob Wiener in seinem Nachruf neben der mustergültigen Einrichtung des Hörsaals für theoretische Physik in elektrotechnischer Hinsicht die Konstruktion einer sogenannten Bombe hervor, die es ermöglichte, Versuche gleichzeitig unter hohen Drücken und bei hohen Temperaturen durchzuführen. Des Coudres

¹⁶⁷ Vgl. [Schlote 2004a], S. 99

und seine Schüler studierten damit das Verhalten verschiedener Stoffe unter derartigen Bedingungen. Er stellte u. a. fest, dass die kritische Temperatur und der kritische Druck für Quecksilber bedeutend größer als 1250°C bzw. 1200 atm waren und einer seiner Schüler verbesserte diese Werte auf 1430°C und 2020 atm . Außerdem erkannte er bei diesen Studien, dass verschiedene Stoffe oberhalb der kritischen Temperatur entgegen den allgemeinen Erwartungen und den bisherigen Vorstellungen vom Verhalten gasförmiger Stoffe eine eingeschränkte Mischbarkeit besitzen und sich inhomogene Gemische mit Trennflächen bilden. Eine theoretische Erklärung für diese Erscheinungen gab er nicht und in seinen wenigen Publikationen findet sich auch kein Hinweis darauf, ob er überhaupt Überlegungen in dieser Richtung anstellte bzw. in welcher Richtung er eine Erklärung vermutete. Die beiden kurzen Abhandlungen über die Konstruktion der Bombe und die erzielten Versuchsergebnisse waren neben einer kurzen Note über den Aufbau einer Versuchsanordnung zum Studium von Interferenzerscheinungen in stetigen Spektren die einzigen Publikationen Des Coudres, die aus seinen Forschungen hervorgingen. Bei strenger Zählung wäre auch die letztgenannte Note noch zu streichen, da Des Coudres wenige Wochen später wesentliche Teile der darin angeführten Erklärung als falsch zurücknahm. Die Hälfte der in der Leipziger Zeit verfassten Artikel Des Coudres waren Nekrologe.

So wirkte Des Coudres, wie seine Kollegen bzw. Zeitgenossen vermerkten, auch in Leipzig als theoretischer Physiker wieder nur durch das persönliche Gespräch, die Diskussionen im physikalischen Kolloquium bzw. auf Tagungen u. ä.:

«Da zeigte es sich, daß er die neuesten Gedanken am raschesten auffaßte und mit Bekanntem in Beziehung zu setzen wußte. Eine Fülle von Aufklärung und Anregung verdanken wir ihm aus diesen Stunden.»¹⁶⁸

«Nur wenige von der Fülle der Ideen, die bei Gesprächen hervorströmten, haben die Gestalt der schriftlichen Aufzeichnung, noch weniger die der gedruckten Abhandlung angenommen. Vielfach war es ihm genug, Anregungen zu geben, wenn diese sich auch von seinem Namen loslösten und der Einfluß, den sie auf die Entwicklung der neuen Physik ausgeübt haben, ist größer als die

¹⁶⁸ Wiener 1926, S. 364

meisten Physiker, denen der Name Des Coudres schließlich fremd geworden ist, annehmen.»¹⁶⁹

Mit diesen Aussagen harmoniert die wiederholt von Kollegen und Schülern hervorgehobene große Hilfsbereitschaft und intensive Betreuung, die er seinen Promovenden und Studenten angedeihen ließ und die einen wichtigen Weg für die Verbreitung seiner Ideen bildete. Für die Beurteilung der Leistungen Des Coudres muss aber noch berücksichtigt werden, dass er fast ein Jahrzehnt in seinen Forschungsaktivitäten eingeschränkt war. Wie bereits erwähnt, meldete er sich bei Kriegsausbruch als Krankenpfleger und kam in dieser Eigenschaft wie auch später als Physiker bei Schallmessversuchen an der Front zum Einsatz. Am Ende des Krieges erlitt er einen Schlaganfall, von dem er sich nur langsam erholte.

Zusammenfassend ergibt der Überblick über die Forschungen der beiden Ordinarien am Physikalischen Institut das etwas ungewöhnliche Bild, dass Wiener als Vertreter der Experimentalphysik wesentlich stärker in der theoretischen und mathematischen Physik aktiv wurde als der «Theoretiker» Des Coudres. Für die Entwicklung der Physik blieb Ersterer jedoch, da er weiterhin der klassischen Physik anhing, letztlich ohne Bedeutung.

6.2 Die Aktivitäten in den einzelnen Abteilungen des Physikalischen Instituts

Die Forschungsaktivitäten der Mitarbeiter am Physikalischen Institut auf den Gebieten der Radiophysik und der angewandten Physik hatten 1920 mit der Gründung gleichnamiger Abteilungen ihren formalen institutionellen Niederschlag gefunden, doch war diese Entwicklung mit der Schaffung entsprechender Professuren bereits im vorangegangenen Jahrzehnt vorbereitet worden (vgl. Abschn. 3.2). Diese Forschungen, die primär experimentell ausgerichtet waren, sollen im Folgenden noch näher betrachtet werden.

Nach der Beschäftigung mit Fragen der Elektrotechnik widmete sich E. Marx in dem hier zu betrachtenden Zeitraum von 1905 bis etwa

¹⁶⁹ Wien 1927, S. 129

1926 zunächst den Röntgenstrahlen und der genauen Bestimmung ihrer Ausbreitungsgeschwindigkeit. 1906 legte er als Ergebnis mehrjähriger Untersuchungen eine längere Abhandlung vor, in der er seine Methode beschrieb, mit der er einen exakten experimentellen «Beweis der Identität der Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen mit der Lichtgeschwindigkeit» erbrachte. Die Methode basierte auf dem Vergleich der Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen mit der Lichtgeschwindigkeit und das erhaltene Resultat lieferte für Marx zugleich eine wichtige Bestätigung der «heutigen physikalischen Vorstellungen von der Natur der Röntgenstrahlen, als einer Erscheinung des Lichtäthers».¹⁷⁰ Außerdem wies er auf eine mögliche Anwendbarkeit seiner Messapparatur für andere bekannte Strahlen hin. In den folgenden Jahren setzte Marx die Studien zu diesem Themenkreis fort, nicht zuletzt da hinsichtlich der Funktionsweise seiner Apparatur einige Punkte offen geblieben waren und seine experimentellen Untersuchungen von einigen Kollegen als nicht völlig gesichert angesehen wurden. In einem längeren Prozess verbesserte er seine Apparatur, klärte verschiedene Erscheinungen auf und konnte 1910 im Ergebnis erneuter Geschwindigkeitsmessungen die frühere Aussage und die «Stichhaltigkeit» der alten Methode bestätigen.¹⁷¹ Für diese Messungen entwickelte er auch die sogenannte Marx'sche Röhre, die als ein Vorläufer der Fernsehröhre gilt.

Ein zweites großes Arbeitsgebiet bildete die Elektrizitätsleitung in Flammengasen, die durch Zerstäubung von Alkalimetallen in einer Flamme erzeugt wurde. Die exakte Erklärung dieser Vorgänge bereitete längere Zeit Schwierigkeiten. In Auseinandersetzung mit Lenards «fundamentaler Idee», dass die Wechselzahl der wandernden Träger elektrischer Ladungen einen maßgeblichen Einfluss auf die Erscheinungen in der Flamme hat, stellte er 1916 eine lichtelektrische Theorie der Flammenleitung auf.¹⁷² Die Bildung der freien Elektronen in der Flamme sollte dabei im wesentlichen in gleicher Weise vor sich gehen wie beim lichtelektrischen Effekt der Alkalimetalle. Mittels dieser Theorie leitete er dann eine Formel für die sogenannte Lenard'sche Wechselzahl, die angibt, wieviele der pro Volumeneinheit vorhandenen Atome gleichzeitig wanderungsfähig sind, sowie weitere Aussagen über die

¹⁷⁰ Marx 1906, S. 491

¹⁷¹ Marx 1913a

¹⁷² Marx 1916

Wanderungsgeschwindigkeit, die Stärke der Volumen- bzw. Oberflächenionisation u. a. ab. Wie Lenards Nahwirkungstheorie stellte auch die lichtelektrische Theorie nur eine Zwischenstufe dar. Der entscheidende Durchbruch gelang, wie Marx anerkannte, dem Inder Meghnad Saha (1894 – 1956), der erstmals eine rein thermische Anregung von Gasen zur Lichtemission und Ionisation nachwies und quantitativ in einer Formel erfasste. Sahas Anliegen war dabei die Untersuchung der stellaren Materie, zu der er die Thermodynamik und die Quantentheorie anwandte und sich von einer Analogie zwischen der chemischen Dissoziation und der Ionisation der Atome leiten ließ. Als wesentlichen Punkt, um die Ionisationsfrage zu beantworten, bezeichnete Marx Sahas Erkenntnis über «die Abhängigkeit der Ionisationskonstanten des Gases von der Zahl der im Gase quantenmäßig auftretenden Elementarprozesse».¹⁷³ Marx nahm dann auf der neu gewonnenen Basis eine kritische Revision der früheren Theorien, insbesondere seiner eignen, vor, benannte die als falsch erwiesenen Teile und formulierte eine neue Herleitung der Grundbegriffe sowie einen Neuaufbau der Theorie. Als wichtige Ergebnisse konnte er etwa die Proportionalität der ebenfalls neu definierten Ladungszahl zum Dissoziationsgrad angeben, den Ionisationsgrad eines in der Flamme zerstäubten Alkalisalzes sowie die Sättigungsspannung der Flammenleitung berechnen. Die ermittelten Werte standen im Einklang mit den Beobachtungen. Zum Abschluss seiner Ausführungen unterstrich Marx die Besonderheiten, die im Falle der Flammenleitung vorlagen.

«Eine Berechnungsmöglichkeit, die ähnlich weitgehend ist, existiert für die übrigen Gasentladungen nicht. Nur unter der Voraussetzung einer alle speziellen Effekte überwiegenden Temperaturdissoziation ist diese Berechnung möglich; diese Voraussetzung ist aber in der Gasentladung nicht erfüllt. – Es steht zwar in der Flammenleitung die Sicherheit der erhaltenen Zahlen wegen des nicht so gut fundierten Beobachtungsmaterials gegenüber der übrigen Gasentladung zurück, der theoretische Einblick ist aber tiefer.»¹⁷⁴

Die Palette der Marx'schen Publikationen zur Flammenleitung wurde abgerundet durch zwei Übersichtsartikel, die 1913 im *Handwörterbuch*

¹⁷³ Marx 1925, S. 738f.

¹⁷⁴ Marx 1926, S. 492

der *Naturwissenschaften* bzw. 1917 im *Handbuch der Radiologie* erschienen.¹⁷⁵ Letzteren hatte er wegen der verzögerten Drucklegung durch den Verleger in wesentlichen Teilen nochmals völlig neu bearbeiten müssen, um auf ca. 180 Seiten einen guten Überblick über den damals aktuellen Stand der Theorie und der experimentellen Grundlagen zu vermitteln. Mit dem *Handbuch der Radiologie*, als dessen Herausgeber Marx fungierte und an dem 22 international bekannte Physiker beteiligt waren, wollte er eine eingehende Behandlung von einem der neuen Teilgebiete der Physik geben, das sich im raschen Aufschwung befand. Die 1913 begonnene Publikationen des Handbuches war vom Verleger, obwohl die Manuskripte vorlagen, nicht kontinuierlich fortgesetzt worden, so dass die Wirksamkeit des Werkes stark eingeschränkt war¹⁷⁶ und Marx aufwendige Nacharbeiten zur Aktualisierung des Stoffes hatte.

Abschließend seien noch die Studien zur Lautverstärkung, aus denen insbesondere die 1919 patentierte Lautverstärkerröhre hervorging, eine Berechnung zu Einsteins Lichtquantentheorie und eine populärwissenschaftliche Broschüre zu den neuen Fortschritten der Strahlenphysik erwähnt. In dem Beitrag zur Quantentheorie berechnete Marx auf Basis der klassischen Theorie eine Konstante, die in der Formel von Ornstein und Burger für die Größe des Stoßquerschnitts der Lichtquanten auftrat.¹⁷⁷

Der Überblick über die Marx'schen Publikationen in den betrachteten zwei Jahrzehnten wäre jedoch ohne den Hinweis auf den folgenden Aspekt unvollständig: Obwohl im Grundansatz experimentell orientiert, nehmen theoretische Betrachtungen einen wichtigen Platz in den Forschungen von Marx ein. Diese theoretischen Erörterungen, die durchaus auch mathematische Elemente umfassen konnten, fügten sich, stärker noch als bei Wiener, zwanglos in die Bearbeitung der jeweiligen Problematik ein und zwar in dem Sinne, dass die Darstellung der physikalischen Sachverhalte eine innere Logik offenbarte, die nahezu folgerichtig die Einbeziehung der Theorie erforderte. Hier deuten sich grundlegende Veränderungen in der Stellung der theoretischen Physik innerhalb der

¹⁷⁵ Marx 1913b; Marx 1917

¹⁷⁶ Der grundlegende erste Band sollte, da er von dem Engländer J. J. Thomsen geschrieben wurde, erst nach Kriegsende erscheinen.

¹⁷⁷ Marx 1924

Physik an, die sich auch auf die Relationen zur mathematischen Physik auswirkten.

Der neben Marx als zweiter Extraordinarius für Physik wirkende Scholl war stärker noch als Ersterer in der angewandten Physik tätig. Nach Abschluss der Untersuchungen zur maximalen Empfindlichkeit von Photoplatten, die aus der Zusammenarbeit mit Wiener zur Farbphotographie hervorgegangen waren, und der Aufklärung der dabei auftretenden elektrischen Leitungsvorgänge wandte er sich wieder der Elektrotechnik zu. Besondere Anerkennung erwarb er sich durch sein stetes Bemühen, bei einer breiten Hörschaft ein größeres Verständnis für physikalisch-technische Fragen zu wecken. Daraus gingen sowohl die neuen interessanten Demonstrationsversuche für die Schwingungsgesetze bzw. Wirkungen bei Gleichstrommaschinen, als auch eine Physik-Vorlesung für Juristen hervor. Letztere stand in enger Verbindung mit seiner Gutachtertätigkeit bei Patentstreitigkeiten am Leipziger Reichsgericht, so dass nicht Studenten, sondern Anwälte und Reichsgerichtsräte die Mehrzahl seiner Hörschaft bildete. Auch die ausführliche Publikation zur Theorie der elektrostatischen Messinstrumente¹⁷⁸ fiel in das Spannungsfeld zwischen Theorie und praktischer Anwendung. Er diskutierte, auch formelmäßig untersetzt, die Messprinzipien, erläuterte die Konstruktion verschiedener Messgeräte und erörterte die Frage der Skalengestaltung sowie Methoden, die Empfindlichkeit der Instrumente zu steigern. Außerdem verdienen die Neuherausgabe des *Kleinen Leitfadens* der praktischen Physik von Friedrich Kohlrausch (1840–1910) und sein Artikel über Elektrodynamik in dem *Handwörterbuch der Naturwissenschaften*¹⁷⁹ eine besondere Erwähnung als wertvolle Schriften zur Verbreitung physikalischer Kenntnisse. Der *Leitfaden* war ein geschätztes Lehrbuch, der Artikel eine gelungene Synthese von experimentellen Grundlagen, Theorie und Elementen der historischen Entwicklung.

Der zunächst als Assistent, ab Ende 1912 als Professor für Physik und physikalische Chemie, am Theoretisch-Physikalischen Institut tätige Fredenhagen orientierte sich in seinen Forschungen auf Fragestellungen, die neben theoretischen Überlegungen einen beträchtlichen Anteil an experimentellen Untersuchungen erforderten. Es handelte sich dabei um

¹⁷⁸ Scholl 1911

¹⁷⁹ Scholl 1913

die Aufklärung von verschiedenen Erscheinungen bei der Spektralanalyse¹⁸⁰, um den Aufbau einer Theorie der elektrolytischen Dissoziation in flüssigen Lösungen und der Lösbarkeit¹⁸¹ sowie spezielle Studien zum lichtelektrischen Effekt¹⁸². Mit den Veröffentlichungen zur Spektralanalyse beteiligte sich Fredenhagen an der regen Diskussion bezüglich der Erklärung verschiedener Erscheinungen, u. a. der Entstehung und Deutung einiger Spektren, ohne zur endgültigen theoretischen Fundierung zu gelangen. In den Beiträgen zu einer allgemeinen Theorie der Lösungen, in der er u. a. an Nernsts Lehre von der Lösungstension anknüpfte, stellte er neben theoretischen Ansätzen umfangreiche experimentelle Untersuchungen vor, die stärker als bei vielen Zeitgenossen auf chemische Eigenschaften der Lösungsbestandteile Bezug nahmen. Dieser Themenkreis blieb auch nach seinem Weggang aus Leipzig sein Hauptforschungsgebiet.

Ein Jahr nach der Eröffnung des Instituts begann Lilienfeld seine Forschungen in Leipzig auf einem bis dahin unbearbeiteten Gebiet, der elektrischen Stromleitung bei extrem hohem Vakuum. In den Experimenten entdeckte er, dass ab einer bestimmten Güte des Vakuums der Widerstand gegen einen Stromfluss durch die Röhre mit einer weiteren Verbesserung des Vakuums wieder zunahm und einer nur für diese Bedingungen geltenden Gesetzmäßigkeit genügte sowie sich einem gewissen Grenzzustand näherte, der sich bei weiterer Verbesserung des Vakuums nicht änderte. Als ein Ergebnis dieser experimentellen Untersuchungen erkannte er eine Möglichkeit, die Röntgenröhre so zu modifizieren, dass die Härte der mit ihr erzeugten Strahlen mit elektrischen Mittel reguliert werden konnte, was zum Beispiel für medizinische Anwendungen von außerordentlicher Bedeutung war. 1911 erhielt er für diese sogenannten Lilienfeldröhren ein Patent. Die Röhre wurde vielfältig eingesetzt, u. a. benutzte sie der Leipziger Mineraloge Rinne wenig später mit Unterstützung von Lilienfeld sehr vorteilhaft in einer Apparatur zur Erzeugung von Beugungsspektren nach Laue.¹⁸³

Die weitere Verbesserung der Röhre und die Aufklärung der an ihr beobachteten Effekte bildeten einen Schwerpunkt von Lilienfelds For-

¹⁸⁰ Fredenhagen 1906; Fredenhagen 1907

¹⁸¹ Fredenhagen 1905a; Fredenhagen 1905b; Fredenhagen 1905c

¹⁸² Fredenhagen 1914

¹⁸³ Rinne 1915



Abbildung 6.3

Edgar Lilienfeld, ao. Professor für Physik in Leipzig 1916–1926 (ab WS 1921 in den USA tätig)

schungsprogramm im folgenden Jahrzehnt. Sehr aufwendig war dabei die Herstellung eines Hochvakuums in der Röhre. Als neuen Effekt beobachtete er bei diesen Hochvakuumröhren die autoelektronische Entladung, d. h. das Fließen eines Entladungsstromes, ohne dass eine äußere Anregung der Kathode durch Ionisierung der Restgases, Bestrahlung bzw. Erwärmung der Kathode oder ähnliches erfolgte. Die Entladung war lediglich vom hinreichend kleinen Abstand zwischen den Elektroden und der Form der Kathodenfläche abhängig. Letztere sollte einen geringen Krümmungsradius aufweisen, also nach Art einer Schneide oder Spitze geformt sein. An der Anode beobachtete er eine blaugraue Brennfleckstrahlung, die vorher von der Fluoreszenz der Glaswand der Röhre und dem Leuchten des Gasrestes in der Röhre überdeckt worden war. Zur Erklärung des damit verbundenen starken elektrischen Feldes nahm Lilienfeld zunächst die Bildung einer Doppelschicht an der Anode an.¹⁸⁴ Eine endgültige Verifizierung dieser Hypothese wie auch eine widerspruchsfreie theoretische Beschrei-

¹⁸⁴ Lilienfeld 1917

bung des gesamten autoelektronischen Entladungsvorganges konnte er trotz intensiver Bemühungen nicht erreichen. Er war sich bewusst, dass seine Experimente nur «eine *qualitative* Durchforschung der neuen Erscheinung in großen Zügen» lieferten. «Die Entwicklung einer weiteren, in sich und tunlich mit dem System der Physik einheitlich zusammenhängenden Auffassung erfordert zur Grundlage *quantitative* Untersuchungen.»¹⁸⁵ Lilienfeld benannte zugleich die Richtungen, in denen diese quantitativen Forschungen erfolgen sollten. An anderer Stelle verdeutlichte er aber auch klar die Grenzen seines Standpunktes bezüglich der Theorie, indem er die weitere experimentelle Aufklärung für förderlicher einschätzte, als den «andere[n] mögliche[n] Weg einer mehr abstrakten Diskussion».¹⁸⁶ Besser kann der Wandel in den Relationen zwischen experimenteller und theoretischer Physik nicht dokumentiert werden. Überlegungen, die man noch zur Jahrhundertwende der theoretischen Physik zugerechnet hätte, wurden jetzt wie selbstverständlich von Vertretern der experimentellen bzw. technischen Physik durchgeführt, wobei auch die entsprechenden mathematischen Hilfsmittel Anwendung fanden. Die theoretische Physik umfasste dagegen die abstrakten Überlegungen zur Erklärung der verschiedenen Erscheinungen, die oft keiner direkten experimentellen Überprüfung zugänglich waren und teilweise den Einsatz erheblicher mathematischer Mittel erforderten.

Die Erzeugung tiefer Temperaturen und die Verflüssigung von Gasen bildete einen zweiten Schwerpunkt von Lilienfelds Tätigkeit, der sich aus dem Ringen um eine bessere Evakuierung der Röntgenröhren ergab. Mit Engagement und großem Sachverstand leitete Lilienfeld den Aufbau und die Ausrüstung der neuen Luftverflüssigungsanlage am Physikalischen Institut. Diese wurde in einem kleinen separaten Neubau neben dem Institutsgebäude eingerichtet, nachdem die alte Anlage 1909 bei einer Explosion zerstört worden war. Lilienfeld arbeitete auch mit flüssigem Wasserstoff, nutzte den neu geschaffenen Kryostat und diskutierte als Randprodukt seiner Forschungen 1915 die Verwendung von flüssigem Wasserstoff in der Luftschiffahrt.

Die übrigen am Physikalischen Institut tätigen Hochschullehrer, Felix Kaempff (1877–1976), Karolus, Möbius und Schiller, standen im betrachteten Zeitraum meist noch am Anfang ihrer akademischen Laufbahn.

¹⁸⁵ Lilienfeld 1920, S. 46

¹⁸⁶ Lilienfeld 1923, S. 46

Sie erzielten mit ihren Forschungen eine sehr unterschiedliche Wirkung. Die Doppelbrechung in Kundt'schen Spiegeln und in Metallspiegeln bildete den Gegenstand von Kaempfs Dissertation. Er bestimmte die Größe der Doppelbrechung experimentell, ermittelte als deren Ursache das Auftreten von elastischen Spannungen und führte einige Berechnungen durch.¹⁸⁷ Kaempff wandte sich dann Untersuchungen zum lichtelektrischen Effekt zu. Er diskutierte verschiedene Vorstellungen zur «elektronischen Leitfähigkeit» sowie Kriterien zum Nachweis dieser Leitungsvorgänge und beschäftigte sich eingehend mit dem Auftreten eines Sättigungsstromes, den er erstmals in Experimenten mit Selenzellen beobachtete.¹⁸⁸

Der nach zweijährigem Intermezzo an der Technischen Hochschule Stuttgart 1923 als Assistent von Wiener nach Leipzig zurückgeholte Karolus konnte gleich in den ersten Jahren einige spektakuläre Ergebnisse erzielen, die seine weiteren Forschungen maßgeblich bestimmten.



Abbildung 6.4

August Karolus, ao. Professor für angewandte Elektrizitätslehre in Leipzig 1926 – 1945

Indem er zeigte, dass seine Vorstellungen zur telegraphischen Bildübertragung zugleich eine Methode lieferten, mit der eine neue, viel genauere Messung der Lichtgeschwindigkeit im Labor möglich wurde, erreichte er bei Wiener die Genehmigung der «Fernsehforschung». Durch intensive Untersuchung des Kerr-Effektes entdeckte er, dass durch das Vorschalten einer geeigneten Gleichspannung mit Hilfe des Kerr-Effektes eine proportionale, trägheitslose Steuerung der Lichtintensität erreicht

¹⁸⁷ Kaempff 1905

¹⁸⁸ Kaempff 1912; Kaempff 1922

werden konnte und verbesserte die Kerr-Zelle zur Kerr-Karolus-Zelle. Dies erlaubte ihm den Bau einer «Fersehapparatur» mit mechanischer Bildabtastung und Photozelle zur Bildaufnahme sowie Kerr-Karolus-Zelle zur Bildwiedergabe, die er am 24. August 1924 erfolgreich vorführte. Die folgenden Jahre standen für Karolus ganz im Zeichen umfangreicher Bemühungen, die technische Realisierung seiner Ideen sukzessiv zu verbessern. Seine bemerkenswerten Erfolge lagen auch weiterhin in dieser Richtung, ohne dass er die theoretischen Grundlagen außer Acht ließ.¹⁸⁹ Gleichzeitig entwickelte sich eine enge Zusammenarbeit mit der Industrie.

Die Forschungen von Möbius bewegten sich hauptsächlich auf einem klassischen Gebiet der Anwendungen: der Optik. Er wurde zwar erst am Ende des hier betrachteten Zeitabschnitts zum Professor berufen, doch war er seit 1905 als Assistent am Physikalischen Institut tätig. 1907 promovierte er mit einer Arbeit zur Theorie des Regenbogens. Er unterzog die Methoden seiner Vorgänger einer kritischen Analyse und knüpfte vor allem an Christian Wiener (1826–1896) an, strebte jedoch nach einer analytisch strengen Darstellung und vermied dessen graphische Methoden. Auch andere in früheren Arbeiten benutzte Näherungen wurden von Möbius überprüft und verbessert. In einem aufwendigen experimentellen Teil erhielt er eine gute Bestätigung der Theorie. Zusammenfassend hieß es in einer Rezension der in den Abhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften erschienenen Arbeit¹⁹⁰: «Die Theorie des Regenbogens ist hierdurch augenscheinlich endgültig festgestellt.»¹⁹¹ In weiteren umfangreichen Arbeiten hat Möbius die theoretische und experimentelle Fundierung von optischen Problemen fortgesetzt. Die Qualität seiner Forschungen wurde speziell von den Herausgebern der *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften* zum Ausdruck gebracht, indem sie ihn für die Darstellung der Optik der Atmosphäre gewannen.¹⁹² Seine Leipziger Kollegen würdigten diesen

¹⁸⁹ Da die genauere Betrachtung dieser technischen Anwendungen physikalischer Kenntnisse den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, sei hierzu und für weitere biographische Details auf [Franke 1995] und [Gerlach 1973] verwiesen.

¹⁹⁰ Möbius 1909. Die Arbeit lag als Heft 2 des Abhandlungsbandes bereits 1907 vor.

¹⁹¹ Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, Bd. 38 (Jahrgang 1907) (1910), S. 848

¹⁹² Möbius 1906/25. Möbius' Beitrag ist das Kapitel 12 des Bandes und erschien 1925 im Heft 5 des II. Teilbandes.

Beitrag als «eine vorzügliche Übersicht». ¹⁹³ In der mit umfangreichen Experimenten verbundenen Habilitationsschrift analysierte Möbius 1919 die Dispersion von Wasser und Äthylalkohol für verschiedene Wellenlängen und wurde auf das Problem der Erzeugung kürzerer elektrischer Wellen mit der Wellenlänge von 1 bis 0,1 mm geführt, mit dem er sich in der Folgezeit noch intensiv beschäftigte. ¹⁹⁴ Schließlich unterstrich er noch seine Fähigkeiten als Experimentator und Pädagoge, in dem er durch Verfeinerung der Spiegelablesung die Empfindlichkeit von Strommessgeräten beträchtlich steigerte bzw. einen Vorlesungsversuch zur Darstellung stehender Lichtwellen ersann.

Ähnlich wie Möbius war der ebenfalls 1925 zum Professor berufene Schiller zuvor fast zwei Jahrzehnte am Physikalischen Institut tätig gewesen. Nachdem er sein Interesse zunächst auf Fragen der Elastizitätstheorie, der Luftschiffahrt und des Einflusses elastischer Verformungen des Kautschuks auf dessen Dielektrizitätskonstante gerichtet hatte, fand er 1919/20 während eines Studienaufenthaltes bei Prandtl in Göttingen in der Hydrodynamik sein eigentliches Forschungsgebiet, an dem er sein Leben lang festhielt. Speziell dem damals noch ungenügend erfassten Übergang von der laminaren zur turbulenten Strömung galt die Aufmerksamkeit. In seiner Habilitationsschrift ¹⁹⁵ wurde nach Wieners Urteil ein großer Fortschritt zur Kennzeichnung dieses Übergangs erzielt, «eine wesentliche Grundlage für die Theorie, die bisher sich meist auf falschem Pfade befunden hat,» gelegt und eine für die Bestimmung der Reynolds'schen Zahl «geeignete mathematische Darstellung» gefunden. ¹⁹⁶ Auch Schiller verband eine umfassende, von «Sorgfalt und Genauigkeit» geprägte experimentelle Aufklärung der einzelnen Sachverhalte mit theoretischen Erörterungen. Die Dominanz wies er jedoch dem Experiment zu, nicht zuletzt deshalb, weil das Turbulenzproblem sich als sehr schwieriges Gebiet der theoretischen Forschung zeigte und nicht selten Experimente ein Urteil über die teilweise stark voneinander abweichenden theoretischen Ergebnisse liefern mussten. Die damals vorliegenden experimentellen Resultate differierten in einigen

¹⁹³ UAL, PA 219, Bl. 20

¹⁹⁴ Möbius 1920

¹⁹⁵ *Untersuchungen über laminare und turbulente Strömungen in Kreisrohren*, publiziert als [Schiller 1922].

¹⁹⁶ UAL, PA 254, Bl. 6v-7

Fällen ebenfalls beträchtlich, da man vermutlich nicht genügend auf eine Übereinstimmung der Versuchsbedingungen geachtet hatte. In den folgenden Jahren hat Schiller systematisch das Turbulenzproblem weiter erforscht und wertvolle Einzelresultate erhalten. Gleichzeitig erweiterte er mit seinen Mitarbeitern die Forschungsthematik dahingehend, dass er den Wärmeübergang in strömenden Flüssigkeiten untersuchte, die Zähigkeit der Flüssigkeit berücksichtigte und sich mit Methoden zu deren Bestimmung auseinandersetzte.

Neben dem Bemühen um neue Einsichten in die Eigenschaften strömender Flüssigkeiten bildete die zusammenfassende Darstellung des erreichten Wissensstandes eine zweite wichtige Aufgabe, der sich Schiller widmete. Hervorzuheben ist der zusammenfassende Bericht von 1925, der jedoch unvollendet blieb und nur die experimentellen Grundlagen mit einigen wenigen theoretischen Darlegungen enthielt.¹⁹⁷ Warum Schiller den zweiten, theoretischen Teil nicht veröffentlichte, muss offen bleiben. Auch die bald danach beginnende Mitarbeit am *Handbuch für Experimentalphysik*, von dem er den vierteiligen IV. Band herausgab,¹⁹⁸ ist ein zu schwaches Argument. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang noch die Mitarbeit Schillers an den Jahresberichten des literarischen Zentralblattes für die Jahre 1924 und 1925, in denen er die Referate über die in dem jeweiligen Jahr erschienene physikalische Literatur zusammenstellte.

Der vorstehende Überblick über die Forschungen der auf experimentelle Untersuchungen bzw. technische Anwendungen orientierten Lehrkräfte zeigt neben der Breite der Themenwahl vor allem die beginnenden Veränderungen im Stellenwert der theoretischen Physik. In mehreren Fällen wird die Erörterung der Versuchsergebnisse viel stärker mit theoretischen Ausführungen verknüpft, als dies früher der Fall war. Dabei blieb bisher noch offen, ob diese Hinwendung zu theoretischen Argumentationen den Neigungen einzelner Gelehrter zuzuschreiben war oder einem allgemeinen und damit grundlegenden Entwicklungstrend entsprach. Um letztere Interpretation zu erhärten, soll nun ein Blick auf die Reaktionen der Theoretiker am Theoretisch-Physikalischen Institut geworfen werden.

¹⁹⁷ Schiller 1925

¹⁹⁸ Schiller 1930

6.3 Die Forschungen am Theoretisch-Physikalischen Institut

Schon in Anbetracht der bereits früher dargelegten Gründung einer Abteilung für mathematische Physik am Theoretisch-Physikalischen Institut im Jahre 1924 und der entsprechenden Benennung eines Extraordinariats ist man geneigt, die am Ende des vorangegangenen Abschnitts aufgeworfene Frage zu bejahen, ob die erhöhte Wertschätzung der theoretischen Physik auch in der wissenschaftlichen Arbeit der Hochschullehrer am Theoretisch-Physikalischen Institut spürbar wurden. Da jedoch von Des Coudres als Institutsdirektor keine besondere Aktivitäten in der abstrakten Richtung erfolgten (vgl. Abschn. 6.1), beschränkt sich der zu analysierende Kandidatenkreis auf Haas, Jaffé und Wentzel. Die Nennung von Haas ist dabei formal nicht korrekt und erfolgte unter Berücksichtigung seiner Forschungen, da seine nur nach großen Schwierigkeiten realisierte Professur mit einem Lehrauftrag für Geschichte der Physik und der Aufgabe verknüpft war, das Poggendorff'sche Handwörterbuch fortzusetzen, und somit eine Sonderstellung am Physikalischen Institut einnahm.

Haas sah in der Beschäftigung mit der Geschichte der Physik und den klassischen Theorien den besten Weg für das Verständnis der modernen Entwicklungen und hatte auf diese Weise 1910 eine Vorstufe der Bohr'schen Atomtheorie geschaffen. In seinen Leipziger Forschungen, die allerdings sehr bald durch die Einberufung zum Kriegsdienst nach Österreich unterbrochen bzw. durch die schwierigen Nachkriegsverhältnisse beeinträchtigt wurden, verfolgte er die Fragen der Atomtheorie weiter. In der zweiten Hälfte des Jahrzehnts kamen dann Probleme der Spektralanalyse hinzu. Die Mehrzahl dieser meist kurzen Publikationen knüpfte an die Arbeit von 1910 an, u. a. stellte er einen Zusammenhang zwischen der Gravitationskonstanten und den Grundgrößen der Elektrizitätstheorie her und formulierte Vorstellungen zum Bau des Atomkerns.¹⁹⁹ In den letztgenannten Kontext gehören auch die Betrachtungen über Rotationsspektren, aus denen er Schlussfolgerungen zum Bau der Moleküle zog und theoretisch einen spektroskopischen Nachweis der

¹⁹⁹ Haas 1917; Haas 1918

Isotopie begründete.²⁰⁰ Die vorliegenden Messergebnisse waren jedoch zu ungenau und zu unvollständig, um diese Methode anwenden zu können. Da Haas auf die Ergebnisse von Francis William Aston (1877–1945) bezüglich der Chlor-Isotope Bezug nahm, darf angenommen werden, dass er dessen grundlegende Arbeit zum Massenspektrographen kannte. Es verwundert deshalb, dass er weder diese Arbeit erwähnte, noch die Stellung seiner Methode zu der von Aston darlegte. All die genannten Arbeiten von Haas ordnen sich ein in die Erkundung des Zusammenhangs zwischen den universellen Konstanten der Physik, die für ihn eine zentrale Fragestellung für die weitere Forschung in der theoretischen Physik bildete.²⁰¹



Abbildung 6.5

Arthur Erich Haas, ao. Professor für Physik in Leipzig, mit Lehrbefugnis für Geschichte der Physik, 1913–1926

Zugleich sah Haas eine wichtige Aufgabe darin, angesichts der raschen Fortschritte in der Physik für Studenten und nicht an den vielen Details interessierte Naturwissenschaftler einen verständlichen Über-

²⁰⁰ Haas 1921b

²⁰¹ Haas 1919, S. 750

blick über die modernen Theorien zu geben. Diese Aufgabe hat er vorbildlich in zahlreichen Publikationen gelöst, die nicht selten aus Vorlesungen bzw. Vorträgen hervorgingen. Dies gilt u. a. für die in der Leipziger Zeit entstandenen *Grundprinzipien der Mechanik* (1914) und die zweibändige *Einführung in die theoretische Physik* (1919/21). Als Ziel des letztgenannten Werkes formulierte er

«die Auffindung, Ableitung und exakte Begründung bestimmter Gesetze oder Beziehungen oder Auffassungen, die für unsere moderne Naturanschauung eine grundlegende Bedeutung besitzen. Nur solche Untersuchungen, die für die Erreichung dieses Zieles mittels eines lückenlosen, streng logischen Aufbaues unmittelbar oder mittelbar notwendig erschienen, haben in das vorliegende Buch Aufnahme gefunden; alles übrige wurde hingegen weggelassen.»²⁰²

Der erste Band enthielt dann die klassischen Theorien der Mechanik, Elektrodynamik und Optik einschließlich der Elektronentheorie, der zweite die Spektral- und Atomtheorie, die Thermodynamik auf statistischer Grundlage, Plancks Strahlungstheorie sowie spezielle und allgemeine Relativitätstheorie einschließlich Gravitationstheorie. Obwohl Haas mit Rücksicht auf den anvisierten Leserkreis den mathematischen Apparat reduziert hatte und in der Besprechung des Werkes das Fehlen einiger Teile der theoretischen Physik kritisiert wurde²⁰³, präsentierte er eine «elegante» Darstellung der neuesten Theorien, die eine gute Basis für einen raschen Anschluss an die aktuelle Forschung bildete. Bereits 1923 publizierte er eine völlig überarbeitete, auf das Dreifache erweiterte Auflage des Buches. Er hatte dabei die mathematischen Hilfsmittel, vor allem Elemente der Vektor- und Tensorrechnung und der Potentialtheorie, von den physikalischen Überlegungen klar getrennt und sie in allgemeiner und abstrakter Form in speziellen Kapiteln zusammengefasst. Gleichzeitig separierte er jene Teile der Physik, die ohne atomistische Hypothesen in allgemeiner Form abgeleitet werden konnten. Er pries die einfachere und übersichtlichere Darstellung, die durch die Verwendung der «vektoriellen Methode» möglich wurde. Die große Bedeutung, die er der Mathematik beim Aufbau physikalischer Theorien

²⁰² Haas 1919, S. III

²⁰³ Fredenhagen in der Rezension des ersten Bandes in *Physikalische Zeitschrift* 20(1919), S. 320.

beimaß, wurde auch dadurch dokumentiert, dass er genau jene «einheitliche vektorielle Methode» in Bezug auf physikalische Anwendungen in einer gesonderten Publikation erläuterte.²⁰⁴ An anderer Stelle sprach er, offensichtlich von der Einstein'schen Relativitätstheorie begeistert, davon, dass «die theoretische Physik ... somit aufgefaßt werden [kann] als der Inbegriff der Gesetzmäßigkeiten, nach denen solche Größen über die Minkowskiwelt verteilt sind, die physikalische Zustände charakterisieren».²⁰⁵ «Alle physikalische Gesetzmäßigkeit ist nunmehr als in ihrem innersten Wesen mathematische Gesetzmäßigkeit erfaßt.»²⁰⁶ Als visionäres Ziel formulierte er die Verschmelzung von Mathematik und (theoretischer) Physik als «zwei verschiedene Sprachen, deren man sich zur Schilderung eines und desselben Gegenstandes bedienen kann».²⁰⁷

Schließlich sei auf die meist kurzen überblicksartigen Artikel hingewiesen, in denen Haas seiner geschichtlichen Methode folgend die historische Entwicklung eines speziellen physikalischen Satzes, eines Aspektes, der Analyse einer Erscheinung etc. bis zum aktuellen Kenntnisstand darlegte und Hypothesen für weitere Untersuchungen ableitete. Als Resümee der Haas'schen Aktivitäten in seiner Leipziger Zeit kann konstatiert werden, dass er weniger als originärer Forscher in Erscheinung trat, um so mehr aber als Vertreter und Verfechter der neuesten Forschungen in der theoretischen Physik, der das Verständnis für und das Interesse an den Fortschritten dieser Disziplin spürbar gefördert hat.

Eine bemerkenswerte Wandlung zum theoretischen Physiker vollzog Jaffé. Nach der Promotion auf dem Gebiet der physikalischen Chemie und der Tätigkeit in verschiedenen Labors führte ihn sein Weg über eine Assistententätigkeit am Physikalischen Institut zur Professur für mathematische Physik (1923). In seiner Habilitationsschrift 1908 und nachfolgenden Arbeiten analysierte er die durch radioaktive Bestrahlung hervorgerufene elektrische Leitfähigkeit von sonst nichtleitenden Flüssigkeiten, überwand die experimentellen Schwierigkeiten und konnte in Analogie zu den zuvor bei Gasen beobachteten Verhalten das Auftreten eines Sättigungsstromes nachweisen. Dies bildete den Ausgangspunkt

²⁰⁴ Haas 1922

²⁰⁵ Haas 1920, S. 123

²⁰⁶ Haas 1919, S. 750

²⁰⁷ Haas 1920, S. 121

für seine Forschungen zur Ionen- und Elektronenleitung, zu der er neue interessante Resultate erzielte. Insbesondere seine ab 1913 entwickelte Theorie zur Ionisation in Kolonnen erregte größere Aufmerksamkeit.²⁰⁸ Er folgte darin einem Ansatz von Paul Langevin (1872 – 1946), dass bei der Ionisation von Gasen mit radioaktiven Strahlen die Ionen zunächst in sogenannten Kolonnen längs der Bahnen der Strahlen angehäuft sind und von hier aus die weitere Ionisation des Gases erfolgt. Jaffé baute den Ansatz unter Berücksichtigung der Diffusion und Wiedervereinigung der Ionen im Detail aus, bestimmte eine Formel für die räumlichen und zeitlichen Änderungen der Ionisationsdichte in einer Kolonne und rechnete mit dieser Verteilungsformel verschiedene Ionisationsvorgänge durch. Die sich aus der Theorie ergebenden Sättigungskurven und deren Abhängigkeiten von den Ionisationsbedingungen stimmten mit den von mehreren Gelehrten publizierten wie auch mit Jaffés eigenen Beobachtungen überein, so dass die Theorie die Beobachtungen quantitativ korrekt widerspiegelte. Schließlich rechtfertigte Jaffé die Anwendbarkeit der Theorie für beliebige gasförmige oder flüssige Medien. Bei all diesen Betrachtungen überzeugte er im Experimentellen und im Theoretischen gleichermaßen.

Als Jaffé seine Forschungen nach Kriegsende wieder im vollen Umfang aufnahm, dominierte der Theoretiker. Intensiv widmete er sich nun dem Studium der Hydrodynamik. Er diskutierte die Entstehung von Wirbeln und wies nach, dass das Auftreten von Reibung nicht notwendig zur Wirbelbildung führen muss, formulierte neue Einsichten über mehrdeutige Lösungen der hydrodynamischen Gleichungen und gab eine Anwendung von Methoden der Vektoranalysis auf die Wirbelbewegung in reibenden Flüssigkeiten. Weitere Themen waren der Aufbau einer Theorie des anisotropen Strahlungsfeldes, mit der Relativitätstheorie verknüpfte Fragen und die statistische Mechanik. Bei Ersterem handelte es sich darum, unter gewissen Bedingungen den Strahlungszustand eines materiellen Mediums, das von mehreren schwarzen Körpern begrenzt wird, zu bestimmen, wobei die einzelnen schwarzen Körper eine unterschiedliche, konstante oder zeitliche veränderliche Temperatur hatten.²⁰⁹ Jaffé leitete für verschiedene Fälle die Grundgleichungen in Form von partiellen Differentialgleichungen ab, zu deren Lösung

²⁰⁸ Jaffé 1913; Jaffé 1914

²⁰⁹ Jaffé 1922b; Jaffé 1922d

nach der Überführung in Integralgleichungen die Hilbert'sche Theorie angewandt werden könne. Bezüglich der Relativitätstheorie ermittelte er zum einen genau die zu erfüllenden Bedingungen, damit die Sommerfeld'sche Berechnung der Elektronenbahnen im Atom eine hinreichend genaue Annäherung für das auf der allgemeinen Relativitätstheorie basierende Verfahren darstellte.²¹⁰ Dabei wurde auch deutlich, warum Sommerfelds Vorgehensweise bei der Merkbewegung versagte. Zum anderen erörterte er die unterschiedlichen Definitionen der trägen Masse bei Einstein, von Laue und Thirring, zeichnete die Übertragung der Begriffe «Ruhmasse» und «Masse der Bewegung» (träge Masse) von der speziellen in die allgemeine Relativitätstheorie nach und konnte die dabei eingehenden Zusatzannahmen benennen, die zu den Unterschieden in der Definition führten.²¹¹ Nur der Einstein'sche Ausdruck entsprach dem allgemeinen Übertragungsmodus. In der statistischen Mechanik beschäftigte er sich mit nichtergodischen Systemen und der Ausdehnung der Theorie auf derartige Systeme.

Die in den 20er Jahren von Jaffé bearbeiteten Themen verdeutlichen seinen Wandel zum modernen theoretischen Physiker. Den aktuellen Problemen der theoretischen Physik wurde somit auch am Leipziger Physikalischen Institut durch Haas und Jaffé die notwendige Aufmerksamkeit geschenkt. Dies wurde dann von Jaffés Nachfolger Wentzel fortgesetzt, der sich auf die Quanten- und Atomphysik konzentrierte. Diese Arbeiten sollen in einem späteren Abschnitt besprochen werden, da sie zum überwiegenden Teil in die nächste Periode, die Blütezeit unter Debye, Heisenberg und Hund fallen. Überblickt man die Gesamtheit der am Physikalischen Institut in den beiden Jahrzehnten nach 1905 durchgeführten Forschungen, so ist für sie eine durchgängig stärkere theoretische Durchdringung der jeweiligen Problemstellungen charakteristisch. Anknüpfend an die am Ende des vorigen Abschnitts aufgeworfene Frage handelt es sich hier nicht um spezielle Interessen einzelner Wissenschaftler, sondern um den allmählichen Übergang zur modernen theoretischen Physik und die Anerkennung der veränderten Stellung dieser Disziplin im Gesamtsystem der Physik. Der nach der Neubesetzung der beiden Ordinarien erfolgende Umbruch und rasche Aufschwung trafen somit auf einen günstigen Nährboden.

²¹⁰ Jaffé 1922a

²¹¹ Jaffé 1922c

6.4 Neu und sogleich von Weltgeltung – die Geophysik in Leipzig

Durch seine Ergebnisse verschaffte der auf den neu eingerichteten Lehrstuhl für Geophysik berufene Bjerknes der Leipziger Universität in dieser Disziplin, speziell auf dem Gebiet der Physik der Atmosphäre, einen ausgezeichneten Ruf in der internationalen Fachwelt.²¹² Bjerknes hatte bereits als Professor für angewandte Mechanik und mathematische Physik an den Universitäten in Stockholm und Kristiania wichtige Beiträge zur Hydrodynamik geliefert und erste Fortschritte bei der Realisierung seines Programms erzielt, aus der Kenntnis des gegenwärtigen Zustandes der Atmosphäre und der Hydrosphäre mit Hilfe von Hydro- und Thermodynamik ihren zukünftigen Zustand zu berechnen. Kurz vor dem Wechsel nach Leipzig erschienen die beiden zusammen mit seinen Mitarbeitern verfassten grundlegenden Bände zur dynamischen Meteorologie und Hydrographie.²¹³ Ausgehend von der These, dass die meteorologischen Erscheinungen aus dem Zusammenspiel von Veränderungen in der Atmosphäre und in der Hydrosphäre hervorgehen, die ihrerseits teilweise eng korreliert sind, ergaben sich zwei grundlegende Aufgaben zur Erfüllung des Bjerknes'schen Programms: ein Modell für die meteorologischen Vorgänge zu entwerfen, so dass deren Behandlung mit den Methoden der Hydro- und Thermodynamik möglich wurde, und eine hinreichende Fülle von geeigneten Beobachtungsdaten zur Beschreibung eines Ausgangszustands des Modells zu gewinnen. In den beiden Bänden zur dynamischen Meteorologie und Hydrographie gab Bjerknes eine umfassende Darstellung der theoretischen, insbesondere mathematischen Grundlagen, wobei Elemente der Vektoranalysis einen Schwerpunkt bildeten. Dies verband er mit interessanten Fällen, in denen er Bewegungen der Atmosphäre und der Weltmeere ermittelte. In einer nur als Manuskript vorliegenden Abhandlung, die möglicherweise als dritter Band des obigen Werkes geplant war, widmete er sich dem Studium der Wechselwirkungen zwischen den einzelnen meteorologischen und hydrographischen Elementen, «so-

²¹² Einen Überblick über die Geschichte der Geophysik in Leipzig vermittelt der Artikel [Jacobs/Börngen 1997].

²¹³ Bjerknes 1910; Bjerknes 1911

weit sie aus der Grundgleichung der Dynamik folgen».²¹⁴ Er unterstrich die Schwierigkeiten, die sich einer Vorausberechnung von Zuständen der Atmosphäre oder der Ozeane entgegenstellten, da hier etwa im Vergleich mit der analogen Aufgabe in der Astronomie weitere Gleichungen «physikalischen Ursprungs» als Nebenbedingungen erfüllt werden müssen. In diesem Manuskript wie in weiteren während der Tätigkeit am Leipziger Institut verfassten Publikationen diskutierte Bjerknes viele Detailfragen, deren Lösung zur Erfüllung seines Programms notwendig war. Dazu gehörten die geeignete Wahl des Koordinatensystems zur Beschreibung verschiedener Vorgänge, die denkbaren Folgerungen für die Wettervorhersage aus der Ermittlung der beschleunigungslosen Punkte in einem Strombild der Atmosphäre,²¹⁵ die Anwendung des Modells einer unter Mitwirkung der Schwerkraft arbeitenden thermodynamischen Maschine auf atmosphärische bzw. ozeanische Ströme²¹⁶ und die Analyse von Wellenbewegungen in kompressiblen, schweren Flüssigkeiten.²¹⁷ Mit diesen Arbeiten beschränkt Bjerknes meist wissenschaftliches Neuland und begründete den guten internationalen Ruf des Leipziger Geophysikalischen Instituts. In diesen Forschungen verband er sehr eindrucksvoll und erfolgreich praktische Tätigkeit mit theoretischer Bearbeitung der Ergebnisse und mathematischer Durchdringung der Analyse. Das Heranziehen von recht vielfältigen Elementen der Mathematik unterstrich das hohe Niveau der für den Aufbau einer (geo)physikalischen Theorie erforderlichen mathematischen Bildung und unterstützte in diesem Sinne die Profilierung der theoretischen Physik. Gleichzeitig muss aber angemerkt werden, dass Bjerknes methodisch und inhaltlich keine neue Perspektive in den Beziehungen zwischen Mathematik und Physik eröffnete, denn letztlich beruhte sein Ausbau der Meteorologie und Hydrographie auf der Anwendung mechanischer Vorstellungen auf die atmosphärischen und ozeanischen Vorgänge und auch die verwendete Mathematik enthielt keine neuen

²¹⁴ Bjerknes o. J., S. 1. Zu den Problemen bei der Erarbeitung des dritten Bandes zur dynamischen Meteorologie, die nicht zuletzt aus einer zu optimistischen Einschätzung von Bjerknes hinsichtlich der Lösung der sich ergebenden mathematischen Aufgaben resultierten, vergleiche man die Einschätzungen von H. Fortak [Fortak 2001], S. 376f. und H. U. Sverdrup [Sverdrup 1951], S. 219–221.

²¹⁵ Bjerknes 1917, S. 284ff.

²¹⁶ Bjerknes 1916a

²¹⁷ Bjerknes 1916b

Elemente. Schon 1900 hatte er sich klar zur Leitfunktion der Mechanik bekannt:

«Bei der Erforschung der Beziehungen zwischen den scheinbar getrennten Teilen der Physik richtet sich die Aufmerksamkeit von selbst stark auf diejenigen Beziehungen, welche sie alle zu einem besonderen Teile der Physik, nämlich zu der Mechanik haben.»²¹⁸

Neu war das Gebiet, in dem diese Anwendung erfolgte und das damit eine neue erweiterte wissenschaftliche Basis erhielt. Dieser Schritt der Anpassung von Bekanntem an neue Rahmenbedingungen ist oft mit großen Schwierigkeiten verbunden und stellt eine große wissenschaftliche Leistung dar, so dass die Verdienste von Bjerknes für die Entwicklung der Meteorologie und Hydrographie durch die obige Bemerkung nicht geschmälert werden.

Bjerknes kehrte 1917, nachdem er den Fortbestand des Instituts als gesichert ansehen konnte, nicht zuletzt wegen der sich durch den Ersten Weltkrieg verschlechternden Rahmenbedingungen in seine Heimat Norwegen zurück. (vgl. Abschn. 4.4) Sein Assistent Wenger, der die Leitung des Instituts übernahm, setzte die von Bjerknes begründete Forschungsrichtung fort. Seine Arbeiten waren aber viel stärker mit der praktischen Durchführung der Beobachtungen, der Lösung der dabei auftretenden Probleme und der Auswertung der Daten verknüpft. So bildete die Analyse der verschiedenen Fehlerquellen bei der Ermittlung der Daten und der Frage, wie sich diese Fehler in den synoptischen Darstellungen der Beobachtungsergebnisse niederschlugen, einen Schwerpunkt seiner theoretischen Untersuchungen. Bei aerologischen Aufstiegen wurden gewöhnlich die Zeitunterschiede zwischen den einzelnen Messungen während des Aufstiegs und die Abweichungen von der Vertikalen vernachlässigt. Den Einfluss dieses methodischen Fehlers auf die Messergebnisse konnte er teilweise analytisch genau erfassen, teilweise nur in der Größenordnung abschätzen.²¹⁹ Wenger beschritt dabei keine neuen Wege, doch war er in diesen wie in anderen Arbeiten bemüht, die am Leipziger Institut geschaffene Theorie anzuwenden, um so zur weiteren Präzisierung der Meteorologie beizutragen. In mehreren Fällen scheiterte, wie etwa bei der Föhntheorie, die vollständige quanti-

²¹⁸ Bjerknes 1900, S. 2

²¹⁹ Wenger 1913/15a; Wenger 1913/15b

tative Lösung an der Integration der Differentialgleichungen und selbst eine approximative graphische Lösung war nicht immer verfügbar.

Weickmann, der 1923 die Leitung des Geophysikalischen Instituts übernahm, wirkte vor allem als hervorragender Lehrer und Wissenschaftsorganisator. Er realisierte u. a. die von Wenger geplante, durch



Abbildung 6.6

Ludwig Weickmann, Ordinarius für Geophysik in Leipzig 1923–1945

dessen plötzlichen Tod verhinderte Reparatur des Seismographen und die Wiederaufnahme der seismischen Beobachtungen im Institut. Diese 1902 begonnenen Untersuchungen waren seit 1911 auf Grund der ungünstigen Beobachtungsbedingungen – die immer stärkere Beeinträchtigung der Messungen durch den Straßenverkehr und die umliegenden Fabriken – stark reduziert und dann wegen fehlender Mittel für die Reparatur des Gerätes ganz eingestellt worden. Eine von Weickmanns organisatorischen Meisterleistungen sollte später in den 30er Jahren die trotz schwieriger ökonomischer Verhältnisse erreichte Erweiterung des Instituts um das Geophysikalische Observatorium Collm werden, das gleichsam auch als Sinnbild für Weickmanns Aufgeschlossenheit für alle Teilgebiete der Physik der Erde und deren allseitige Förderung dienen kann. In seinen Forschungen hat er sich intensiv um eine Weiterentwicklung der Synoptik und der praktischen Wetterkunde bemüht.²²⁰ In theoretischer Hinsicht muss die Behandlung des Wellenproblems

²²⁰ Für eine umfassende Würdigung von Weickmanns Leistungen sei auf [Buchheim 1964] bzw. [Börngen/Weickmann 2003] verwiesen.

der Atmosphäre besonders hervorgehoben werden. Es handelte sich für Weickmann darum, Periodizitäten in den atmosphärischen Vorgängen festzustellen, diese «Wellen im Luftmeer» physikalisch zu verstehen und die Konsequenzen dieser Wellen für das Wettergeschehen, speziell die Wetterprognose, zu ermitteln. Weickmann unterzog den Gang und die Verteilung des Luftdrucks einer genauen Analyse und verwies darauf, dass bei früheren Untersuchungen durch Mittelbildungen, die in einigen Fällen nicht einmal physikalisch gerechtfertigt waren, oft stark verzerrte bzw. falsche Perioden in den Auswertungen angegeben wurden.²²¹ Er plädierte dafür, zunächst jeden Vorgang separat zu betrachten und ihn als Zusammenwirken von verschiedenen, regelmäßigen Druckschwankungen aufzufassen. Mit Hilfe einer geschickten Reduktion der Beobachtungsdaten und der harmonischen Analyse bestimmte er mögliche Symmetriepunkte in der Druckkurve und erläuterte deren Bedeutung für langfristige Wetterprognosen. Die Theorie der Symmetriepunkte bildete für ihn ein wichtiges Prinzip, um innere Zusammenhänge bei periodischen Naturvorgängen zu verfolgen.

Trotz des beträchtlichen Anteils der Beobachtungen und Messungen an den geophysikalischen Untersuchungen haben diese Forschungen durch die enge Verbindung mit einer theoretischen Bearbeitung und Auswertung den Nutzen einer Einbeziehung mathematischer Methoden sehr deutlich demonstriert und somit dazu beigetragen, den Weg für eine breitere Anwendung der Mathematik in der Physik auszubauen. Die komplexen Rand- und Anfangswertaufgaben für partielle Differentialgleichungen, die sich dabei ergaben, bildeten zugleich eine Herausforderung und Aufgabenstellung für die Mathematiker, da die verfügbaren Lösungs- und Näherungsmethoden zur Bearbeitung nicht ausreichten. Durch ihre neue Problemstellung, die Veränderungen des Wetters theoretisch exakter zu erfassen, um zu einer genaueren Wetterprognose zu kommen, wirkte die Geophysik fördernd auf die Gestaltung des Wechselverhältnisses zwischen Mathematik und Physik, da sie beiden Disziplinen neue Impulse verlieh.

²²¹ Weickmann 1927, S. 5. Weickmanns Arbeit erschien 1924, der Gesamtband der Abhandlungen ist auf 1927 datiert.

6.5 Von Neumann bis Lichtenstein – Kontinuität der mathematischen Physik?

In den einleitenden Betrachtungen über die allgemeine Entwicklung in Mathematik und Physik war für beide Gebiete ein rascher Erkenntnisfortschritt festgestellt worden. Angesichts der daraus resultierenden deutlichen Akzentverschiebung in den physikalischen Forschungen an der Leipziger Universität ist nun der Frage nachzugehen, ob eine ähnliche Wirkung auch in der Mathematik zu verzeichnen war. Dazu sollen zunächst die Leistungen der Ordinarien einer Analyse unterzogen werden.

Obwohl Neumann zum Zeitpunkt der Institutseinweihung das 70. Lebensjahr weit überschritten hatte, war er in den folgenden Jahrzehnten noch aktiv und setzte beachtenswerte Akzente. Nach der umfassenden Auseinandersetzung mit der Maxwell-Hertz'schen Theorie der Elektrodynamik wandte er sich in der ihm eigenen, auf Detailstudien fokussierten Art wieder der Potentialtheorie und der mathematischen Physik zu. 1906 gab er in der Arbeit *Über das Logarithmische Potential* einen systematischen Überblick über den Stand der Theorie.²²² Besondere Aufmerksamkeit schenkte er der logischen Struktur der Theorie und bemühte sich, die Bedeutung der einzelnen Theoreme und deren inneren Zusammenhang hervorzuheben. Inhaltliche Schwerpunkte bildeten die Existenz- und Unitätstheoreme über die Lösbarkeit der inneren bzw. äußeren ersten Randwertaufgabe und die Konstruktion der jeweiligen Green'schen Funktion. Diese Arbeit bildete für Neumann zugleich den Ausgangspunkt für eine weitere Phase intensiver Beschäftigung mit der Potentialtheorie. Bis 1913 veröffentlichte er in den *Berichte(n) der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften* 12 Aufsätze zu speziellen Fragen der Potentialtheorie, wobei er mehrfach einen Bezug zu physikalischen Problemen herstellte. Hervorgehoben sei die Verallgemeinerung der Randwertaufgabe auf gemischte Randbedingungen, d. h. die Randkurve ist in zwei Teile zerlegt, wobei auf einem Teil der Randkurve die Randwerte der gesuchten Potentialfunktion U , auf dem anderen Teil die Werte der Normalenableitung von U gegeben sind.²²³

²²² Neumann 1906

²²³ Neumann 1909

Diese allgemeine Formulierung der Randwertaufgabe umfasste alle bis dahin behandelten Fälle und berücksichtigte auch unstetige Randwerte. In dem letzten Punkt blieb Neumann ungewöhnlich unklar, er sprach zwar von völlig willkürlichen Funktionen als Randwerten, gab aber an keiner Stelle an, wie die Lösung der Randwertaufgabe bei beliebig unstetigen Randwerten erhalten werden konnte. Vermutlich nahm er nur Sprungstellen als Unstetigkeiten an, da er für diesen Fall auch ein Lösungsverfahren vorlegte. Große Aufmerksamkeit schenkte er der

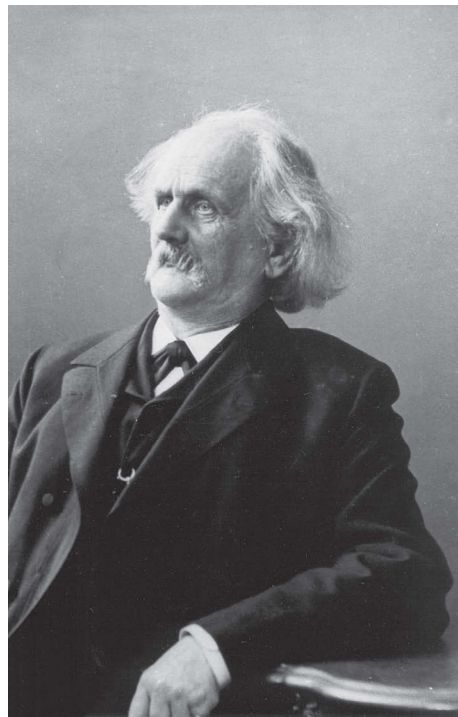


Abbildung 6.7

Carl Neumann, Ordinarius für Mathematik in Leipzig 1868–1910

diffizilen Analyse, welche Auswirkungen Veränderungen in den Randwerten auf die Lösung bzw. das Lösungsverfahren haben. Ein für die Anwendungen wichtiges Theorem beinhaltete die Konstruktion der Potentialfunktion, wenn die Randwerte durch eine Funktion gegeben wurden, die in eine gleichmäßig konvergente Reihe entwickelbar war.

Schließlich nahm er noch das Studium der sogenannten Kreisbogenaufgabe in Angriff.²²⁴ Dabei handelte es sich um eine Randwertaufgabe

²²⁴ Neumann 1912c

für die Ebene; der Rand des Gebietes wurde jedoch nicht durch eine geschlossene Kurve, sondern durch ein Kurvenstück markiert. Das Gebiet, für das die Potentialfunktion bestimmt werden musste, erstreckte sich also stets bis ins Unendliche. Neumanns allgemeine Lösung dieser Aufgabe basierte auf der Interpretation des Kurvenstücks als unendlich kleine Fläche, die man erhielt, wenn das Kurvenstück im unendlich kleinen Abstand umfahren wurde. Für den speziellen Fall eines Kreisbogens als Kurvenstück erläuterte er mehrere Lösungswege.

Zur Abrundung des Bildes sollen noch die Berechnung spezieller Potentiale, z. B. einer Ellipse bzw. einer Ovalfläche²²⁵, sowie die im engen Zusammenhang mit den potentialtheoretischen Studien stehenden Überlegungen zur Konvergenz von Fourier-Reihen, zur Darstellbarkeit einer periodischen Funktion durch ihre Fourier-Reihe und zu Kugelfunktionen erwähnt werden.²²⁶ Die vielen Einzelergebnisse seiner Studien über Fourier-Reihen und über die Behandlung der Randwertaufgaben legte Neumann der mathematischen Welt in den Jahren 1914 bzw. 1920 in zwei umfangreichen Abhandlungen zusammengefasst vor.²²⁷

Trotz des fortgeschrittenen Alters war Neumann weiterhin aktiv an der Ausgestaltung der Potentialtheorie und deren Anwendungen auf physikalische Fragen beteiligt. Er blieb bei diesen Forschungen jedoch in den konkreten analytischen Mitteln verhaftet. Abstraktere Betrachtungen, etwa die Einbeziehung der Integralgleichungstheorie, oder Verallgemeinerungen, auf deren Möglichkeit er gelegentlich hinwies, führte er nicht durch.²²⁸

In zwei kleineren Arbeiten kehrte Neumann auch nochmals zur Diskussion der Grundlagen der Mechanik zurück, ohne grundlegend Neues zu präsentieren. Er kommentierte Jacobis Kritik an der Herleitung und Handhabung einiger Grundprinzipien der Mechanik, speziell des Satzes von den virtuellen Verrückungen und des d'Alembert'schen Satzes, und unterstrich die aus einer rein mathematischen, auf logische Exaktheit zielenden Betrachtung entstehenden Schwierigkeiten gegenüber der physi-

²²⁵ Neumann 1907; Neumann 1908a

²²⁶ Neumann 1911; Neumann 1912a; Neumann 1912b; Neumann 1912c; Neumann 1917

²²⁷ Neumann 1917; Neumann 1920

²²⁸ Eine ausführliche Analyse von Neumann's Arbeiten zur Potentialtheorie findet man in [Schlote 2004b].

kalischen, an der Anschauung orientierten Sichtweise.²²⁹ Bezüglich des Körpers Alpha ergänzte er seine früheren, teilweise missverstandenen Darlegungen und betonte, dass es sich bei dieser Voraussetzung eines absolut starren Körpers bzw. Achsensystems, in Bezug auf welches die Bewegung aller sich selbst überlassener, materieller Punkte geradlinig und gleichförmig ist, um «*ein ebenso rätselhaftes wie kompliziertes Universalgesetz*» handele,²³⁰ es sei rein hypothetischer Natur, für die Begründung der Newton'schen Theorie mit den Begriffen des absoluten Raumes und der absoluten Zeit aber notwendig. Neumann hatte, als er diese Ideen 1870 erstmals publizierte, die «öffentliche Grundlagendiskussion der Mechanik» entscheidend gefördert,²³¹ die neuerliche Reprise diene, möglicherweise vor dem Hintergrund der Auseinandersetzungen um die Relativitätstheorie, wohl nur dem nochmaligen Bekennen zum alten Standpunkt. Zu dem Hauptthema seiner physikalischen Studien, den Aufbau einer Theorie der Elektrodynamik, kehrte Neumann in den letzten beiden Lebensjahrzehnten nicht mehr zurück.

Eine Generation jünger war O. Hölder und in seinem mathematischen Schaffen «von jeder Einseitigkeit frei».²³² Dies stellte er auch in den reichlich zwei Jahrzehnten bis zu seiner Emeritierung eindrucksvoll unter Beweis, wobei zunächst geometrische Fragestellungen, dann von 1913 bis etwa 1925 logisch-philosophische Untersuchungen und zuletzt Probleme der elementaren Zahlentheorie dominierten. Die Nennung dieser Fachgebiete legt nahe, dass Arbeiten wie die potentialtheoretischen Untersuchungen (1882) oder die Begründung des Hamilton-Prinzips für nichtholonome Bewegungen (1896), bei denen ein direkter Bezug zu physikalischen Anwendungen offensichtlich war, in dieser Schaffensperiode fehlten. Dies trifft jedoch nur zu, wenn man sich auf die Behandlung konkreter physikalischer Probleme beschränkt. Hölder hat mehrfach die engen Beziehungen zwischen Mathematik und Physik betont und sah die Bedeutung verschiedener von ihm abgeleiteter Resultate gerade darin, dass sie die Lösung physikalischer Aufgaben erleichterten, zu

²²⁹ Neumann 1908b

²³⁰ Neumann 1910, S. 70

²³¹ Bezüglich der Auseinandersetzungen um die Grundlagen der Mechanik und die Rolle Neumanns in diesem Kontext sei auf die sorgfältige und umfassende Analyse von H. Pulte in [Pulte 2005] verwiesen.

²³² van der Waerden 1938, S. 97

genaueren Lösungen führten u. ä., ohne dass er dies jeweils explizit zum Ausdruck brachte. Nicht auf das einzelne physikalische Problem richtete sich sein Blick, sondern auf die daraus abstrahierte mathematische Aufgabe, die er im Rahmen der Mathematik meist ohne Anwendungsbezug behandelte. Nur gelegentlich findet sich ein Hinweis auf die Relevanz seiner Ergebnisse für die Physik und die anderen Naturwissenschaften wie in der Einleitung zu der Arbeit über Abschätzungen in der Theorie der Differentialgleichungen:

«Wenn man in der Physik eine Differentialgleichung benutzt, kommt es nicht selten vor, daß man vor der Integration Glieder der Gleichung, die klein sind, in dem Vertrauen fortwirft, daß sie auch auf das Integral nur einen geringen Einfluß ausüben werden. Der Versuch, ein solches Vorgehen wirklich zu begründen, führt auf neue Fragestellungen.»²³³

Im Folgenden schätzte er die Differenz zwischen den Lösungen $y(x)$ der Differentialgleichung $y'(x) = \varphi(x, y)$ und $z(x)$ der Gleichung $z' = \varphi(x, z) + \vartheta A$ (A eine Konstante, $-1 \leq \vartheta \leq 1$) bei gleichen Anfangsbedingungen ab, formulierte hinreichende Bedingungen an $\varphi(x, y)$ für die Gültigkeit der Abschätzung und übertrug den Satz auf Systeme von Differentialgleichungen. Eine ähnliche Zielstellung, die bei praktischen Anwendungen übliche Vorgehensweise theoretisch abzusichern oder dem Praktiker eine vereinfachte Methode zur Verfügung zu stellen, verfolgte er auch, als er ein elementares Verfahren zur Behandlung einfachster Variationsprobleme der Form

$$I = \int_s^r G(t, x, y, x', y') dt \rightarrow \text{Extremum}$$

mit Differentialgleichungen als Nebenbedingungen vorlegte.²³⁴ Der übliche Lösungsweg war die Euler-Lagrange'sche Multiplikatorenmethode.

Weiterhin seien Hölders Untersuchungen zum Verhalten des logarithmischen Potentials auf dem Rand sowie zur Cauchy'schen Randwertaufgabe für den Kreis genannt, die beide rein mathematische Beiträge zur Potentialtheorie darstellen. In Ersterer dehnte er den Satz, dass die Potentialfunktion eines ganz im Endlichen gelegenen zusammenhängenden Gebietes, die nicht konstant ist, an jeder Stelle des Randes stetig

²³³ Hölder 1914, S. 116

²³⁴ Hölder 1913a

in den Randwert übergeht, auf den Fall aus, dass die Funktion am Rand eine Unstetigkeit hat und erläuterte die Bedeutung dieser Aussage sowie der daraus gezogenen Folgerungen für die Begründung des alternierenden Verfahrens von Hermann Amandus Schwarz (1843–1921).²³⁵ Bezüglich der Cauchy'schen Randwertaufgabe leitete er notwendige und hinreichende Bedingungen für die Lösbarkeit der abgeänderten Aufgabe ab, bei der die gesuchte Funktion nur auf einer Seite einer Kreislinie den Stetigkeits- und Differenzierbarkeitsforderungen sowie der Differentialgleichung genügt und die Werte der Funktion und ihrer Normalenableitung auf der Kreislinie nur als nichtanalytische Funktionen vorgegeben sind.²³⁶

Fragen der Grundlagen der Geometrie bildeten das Kernstück der oben erwähnten geometrischen Forschungen. Bereits in seiner Antrittsvorlesung und einer Arbeit (1901) hatte sich Hölder damit befasst und insbesondere die Axiome des Messens einer genauen Analyse unterzogen. Er sah darin zugleich einen wichtigen Beitrag für die Grundlegung der Physik.²³⁷ Diese Studien setzte er nun mit der Konstruktion einer Maßbestimmung in der projektiven Geometrie ohne Rückgriff auf die Kongruenzaxiome und der Begründung der projektiven Geometrie auf der Basis der Verknüpfungs- und Anordnungsaxiome und des Parallelenpostulats sowie des sogenannten Pascal'schen Satzes für ein beliebiges Geradenpaar fort.

Von den Grundlagen der Geometrie kam Hölder auf direktem Wege zur «Erörterung der mit der Mathematik verknüpften erkenntnistheoretischen Fragen», die seine Forschungen seit der Studienzeit begleitet hatten.²³⁸ Diese Forschungen sind für die hier behandelte Fragestellung insofern interessant, als Hölder im Untertitel seines Hauptwerkes explizit auf Mechanik und Physik Bezug nahm. Das Buch wurde von Fraenkel als ein Werk von besonderer Bedeutung charakterisiert und war ein Versuch, eine Art Logik der Mathematik zu entwickeln.²³⁹ Höl-

²³⁵ Hölder 1925

²³⁶ Hölder 1913b

²³⁷ Hölder, E. 1981, S. 473

²³⁸ Hölder 1924, S. III

²³⁹ Fraenkel im Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, Bd. 49 (Jahrgang 1924) (1927/28) S. 25. Diese ausführliche und kompetente Besprechung vermittelt einen guten Überblick über den Inhalt des Buches.

der illustrierte seine Vorstellungen an vielen mathematischen Beispielen und setzte sich mit den Auffassungen von zahlreichen Philosophen und Mathematikern zu den von ihm berührten Grundlagenfragen auseinander.

Im dritten Teil des Buches analysierte er den Zusammenhang der mathematischen Methode mit der Erfahrung und plädierte für die Auffassung der Geometrie als Erfahrungswissenschaft. Ganz analog basieren auch die Grundbegriffe und die Grundannahmen der Mechanik und der Physik auf der Erfahrung und werden aus ihr durch Abstraktion gewonnen. Als Unterschied zur Mathematik hob er hervor, dass es in der Physik nicht möglich ist, «die ganze Fülle der Erscheinungen aus wenigen Annahmen herzuleiten».²⁴⁰ Man muss deshalb auch bei theoretischen physikalischen Untersuchungen immer wieder zusätzliche Hypothesen in Form eines aus der Erfahrung induktiv abgeleiteten «empirischen Gesetzes» einbringen. Damit offenbart die Physik wichtige methodische Analogien zur Mathematik, erreicht aber auf Grund der angegebenen Defizite nicht diese logische Vollkommenheit. Neben solchen «empirischen Gesetzen» «braucht aber die Physik außerdem noch diejenigen besonderen Annahmen, ... die eine im Grund nicht beobachtete, oft sogar bis auf einen gewissen Grad der Beobachtung widersprechende Beziehung fordern» und die meist als Arbeitshypothesen bezeichnet und nur für einzelne Teilgebiete der Physik verwendet werden.²⁴¹ Hölder erläuterte seine allgemeinen Auffassungen dann an Beispielen aus der klassischen Physik, wie Messung von Wärmemengen, Energiesatz, Ausbreitung des Lichtes, Gesetze des Stromflusses in der Elektrizitätslehre und Theorie des Elektromagnetismus, aber auch an der Atomtheorie und der Relativitätstheorie. Die übrigen, durchaus bemerkenswerten Arbeiten zu den Grundlagen der Mathematik berührten die Bezüge zur Physik nicht.

Der neben Hölder als einer der Mitdirektoren des Mathematischen Instituts agierende Rohn blieb in seinen Forschungen auf sein Spezialgebiet, die Geometrie, beschränkt und hat in seinen Arbeiten keine Beziehungen zu physikalischen Problemen anklingen lassen. In den eineinhalb Jahrzehnten bis zu seinem frühen Tod 1920 setzte Rohn das Studium höherer algebraischer Kurven und Flächen fort, zu dem

²⁴⁰ Hölder 1924, S. 434

²⁴¹ Hölder 1924, S. 434f.

**Abbildung 6.8**

Karl Rohn, Ordinarius für Mathematik
in Leipzig 1905–1920

im stärkeren Maße die Beschäftigung mit Kurven und Flächen zweiter Ordnung trat. Auf beiden Gebieten löste er zahlreiche interessante Einzelprobleme, beispielsweise bestimmte er die Maximalzahl und Anordnung der verschiedenen Ovale, die eine Fläche 4. Ordnung bzw. eine ebene Kurve 6. Ordnung besitzen kann, fand eine allein mit einem Lineal ausführbare elementare Konstruktion einer ebenen Kurve 3. Ordnung aus neun beliebigen Punkten, leitete zahlreiche Sätze über Kegelschnitte als Spezialfälle von Aussagen über die Schnittpunkte von zwei Kurven m -ter und n -ter Ordnung ab, diskutierte und erweiterte das Poncelet'sche Schließungsproblem, gab einen Überblick über den Flächenbüschel zweiten Grades im Raum S_n und die Beziehungen zu gewissen n -seitigen Polyedern u. v. m.²⁴² Sein Überblick über die Theorie der algebraischen Raumkurven und abwickelbaren Flächen für die *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften* blieb unvollendet, er wurde dann von Luigi Berzolari (1863–1949) überarbeitet sowie wesentlich erweitert und erschien 1928.²⁴³

²⁴² Stellvertretend seien die Arbeiten Rohn 1911a, Rohn 1913b, Rohn 1907, Rohn 1908, Rohn 1913a und Rohn 1911a genannt.

²⁴³ Rohn/Berzolari 1921. Die einzelnen Beiträge erschienen zu unterschiedlichen Zeitpunkten, so dass auf dem Titelband des Bandes die Zeitspanne 1921–1928 als

Auch wenn sich Rohn ganz auf die geometrischen Forschungen konzentrierte, so stand er den Fragen der Anwendungen sehr wohl abgeschlossen gegenüber. Sein gemeinsam mit Erwin Papperitz (1857–1938) verfasstes Standardlehrbuch zur darstellenden Geometrie berücksichtigte durch eine wohldurchdachte Stoffauswahl die theoretischen und praktischen Interessen gleichermaßen. Es wurde eine breite und tiefgegründete wissenschaftliche Basis geschaffen, «auf der die Aufgaben der Praxis, die nicht vernachlässigt sind, sich sicher aufbauen können».²⁴⁴ Kurz nach seinem Amtsantritt in Leipzig erschien 1906 die dritte umfassend überarbeitete und auf drei Bände erweiterte Auflage dieses Werkes, das damit eine Fassung erreichte, die bei der vierten Auflage (1913–1923) nur wenige Änderungen erforderte.²⁴⁵

Den beiden übrigen Ordinarien am Mathematischen Institut, Mayer und Scheibner, waren nur noch wenige Schaffensjahre vergönnt und Mayer hat durch seine Publikationen noch aktiv, zumindest hinsichtlich der mathematischen Grundlagen, zur Gestaltung des Wechselverhältnisses zwischen Mathematik und Physik beigetragen. Beide hatten sich bereits einige Jahre zuvor aus gesundheitlichen Gründen von den Lehrverpflichtungen entbinden lassen, setzten ihre Forschungen aber fort, wenn auch mit geringerer Intensität. Da beide dabei an schon früher begonnene Untersuchungen anknüpften und diese zum Abschluss brachten, ist auf diese Arbeiten bereits im ersten Teil eingegangen worden,²⁴⁶ so dass hier nur die Themenfelder noch einmal genannt werden sollen.

Mayer vollendete seine Studien zur Variationsrechnung, in denen er die von Hilbert in Verbindung mit dem Unabhängigkeitssatz formulierte Fragestellung erweiterte, und analysierte die Grenzen für die Anwendbarkeit des Satzes.²⁴⁷ Indem er die Beziehungen seines Lösungsweges zur Jacobi-Hamilton'schen Integrationstheorie für partielle Differentialgleichungen herausarbeitete, erkannte er, wie er durch Rückgriff auf eine allgemeinere Integrationsmethode auch eine allgemeine Lösung des erweiterten Problems erhielt, was insbesondere die Einführung der

Erscheinungsjahr angegeben ist.

²⁴⁴ Erich Salkowski (1881–1943) im Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, Bd. 46 (Jahrgang 1916–1918) (1923/24), S. 867.

²⁴⁵ Rohn/Papperitz 1906

²⁴⁶ Schlote 2004a, S. 113–115

²⁴⁷ Mayer 1906

**Abbildung 6.9**

Adolph Mayer, ao. Professor für Mathematik in Leipzig 1872–1881, dann ordentlicher Honorar-Professor 1881–1890 bzw. ordentlicher Professor 1890–1900

sogenannten Mayer'schen Extremalenscharen (Mayer-Feld) zur Folge hatte und einen wichtigen Beitrag zum feldtheoretischen Aufbau der Variationsrechnung darstellte.

Scheibner publizierte noch mehrere algebraische Arbeiten u. a. zur Tschirnhaus-Transformation, zur Lösung von Gleichungen 5. und 6. Grades, zur Möbius'schen Theorie der Kreisverwandtschaften und der Transformation durch reziproke Radien sowie zur Anwendung linearer Transformationen auf elliptische Funktionen. Bezugspunkte zur Physik spielten dabei keine Rolle. 1907 fasste er die in diesen sowie in früheren Arbeiten enthaltenen Ergebnisse in einer Monographie zusammen, die zugleich jüngeren Mathematikern einen Zugang zur projektiven Invariantentheorie bieten sollte.²⁴⁸ Die Anforderungen waren aber recht hoch, so dass ein Rezensent nicht von einer Einführung in die Theorie sprechen wollte.²⁴⁹

²⁴⁸ Scheiber 1907

²⁴⁹ Franz Meyer (1856–1934) im Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, Bd. 38 (Jahrgang 1907) (1910), S. 138.

Mit Herglotz, der als Nachfolger von Scheibner nach Leipzig kam, erhielt das Mathematische Institut einen Gelehrten mit einem ungewöhnlich breiten Forschungsspektrum. Er widmete sich sowohl aktuellen Problemen der reinen Mathematik als auch jenen Fragen, die aus der Bearbeitung von physikalischen und astronomischen Themen hervorgegangen waren. Etwas vereinfacht gesprochen, verkörperte er bereits den neuen Typ eines mathematischen Physikers, der sich der in der theoretischen Physik entstandenen mathematischen Probleme annahm, die zu deren Lösung nötigen mathematischen Methoden entwickelte und auf eine exakte Basis stellte. Seine noch kurze akademische Karriere hatte ihn nach München und Göttingen geführt, zwei Zentren, an denen sich die mathematische Physik und die Anwendungen der Mathematik in anderen Naturwissenschaften einer besonderen Aufmerksamkeit und Förderung erfreuten. Dort hatte er u. a. die Herleitung der Bewegungsgleichungen der Elektronentheorie aus einem Variationsprinzip verschärft und später für zwei Spezialfälle die zugehörigen Integralgleichungen gelöst, sich mit dem Strömen des Wassers in Röhren und Kanälen, der Ausbreitung von Erdbebenwellen und der Elastizität des Erdkörpers beschäftigt sowie in der *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften* die Ergebnisse und Methoden zur Bahnbestimmung von Planeten und Kometen zusammengefasst.

In Leipzig leistete Herglotz dann wichtige Beiträge zur Neubegründung einiger durch die spezielle Relativitätstheorie modifizierter Begriffe wie der des starren und des deformierbaren Körpers. Er analysierte die von Born vorgeschlagene Definition eines starren Körpers im Rahmen der speziellen Relativitätstheorie und leitete die von Born nur für einen speziellen Fall angegebenen Bewegungsgleichungen allgemein her. Die Frage, ob dem neu definierten «starren» Körper im Systeme des elektromagnetischen Weltbildes ebenfalls «eine sechsfache Bewegungsfreiheit zukommt», wie dies in der Mechanik der Fall ist, beantwortete er durch den Nachweis, «daß die Bewegung dieses «starren» Körpers im allgemeinen – d. h. von speziellen, näher angegebenen Ausnahmefällen abgesehen – durch die willkürlich vorzuschreibende Bewegung eines einzigen seiner Punkte eindeutig festgelegt ist».²⁵⁰ Angeregt durch eine Publikation von von Laue versuchte Herglotz außerdem in einer

²⁵⁰ Herglotz 1910, S. 393

umfangreichen Arbeit, die klassische Mechanik des deformierbaren Körpers im Sinne der Relativitätstheorie zu modifizieren.²⁵¹ Später, im Dezember 1916, trug er vor der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zur Einstein'schen Gravitationstheorie vor und gab eine geometrische Deutung der Einstein'schen Feldgleichungen.²⁵² In diesem Kontext ist auch die Arbeit über die Riemann'sche Metrik zu nennen.²⁵³ Darin behandelte er für eine mit einer Riemann'schen Metrik versehene n -dimensionale Mannigfaltigkeit die Definition der Geraden und Ebenen als die geodätischen Linien der zugehörigen metrischen Grundform bzw. als die zweidimensionalen Flächen, die mit zwei Punkten einer Geodätischen gleich alle Punkte derselben enthalten, formulierte einen neuen, in wesentlichen Teilen gruppentheoretischen Beweis der von Friedrich Schur (1856–1932) hergeleiteten Charakterisierung jener Grundformen, für die eine Definition der Flächen in obiger Form korrekt war und erläuterte dann für $n = 4$ die engen Beziehungen zur Allgemeinen Relativitätstheorie. Die wichtigsten Aussagen über die Grundform konnten in diesem Fall aus den Energie-Impuls-Gleichungen gefolgert werden.

Zuvor hatte Herglotz einen wichtigen Beitrag zur Potentialtheorie geleistet und in einer Preisschrift 1913 die von der Jablonowski'schen Gesellschaft gestellte Aufgabe gelöst, die von C. Neumann für das logarithmische Potential gewisser Oberflächen gefundenen Sätze auf das Newton'sche Potential und den Raum auszudehnen. Er ging dabei von der allgemeineren Überlegung aus, dass, wenn das Potential eines Körpers im Außenraum als Potential geeigneter Massenbelegungen im Innern des Körpers darstellbar ist, es sich auch ins Innere desselben bis an jene Massenbelegungen analytisch fortsetzen lässt. Ist umgekehrt das Potential ins Innere des Körpers hinein analytisch fortsetzbar und werden die sich hierbei ergebenden singulären Stellen des Potentials durch irgendeine Fläche F umschlossen, so ist dasselbe auf mannigfache Weise als Potential von Massenbelegungen der Fläche F darstellbar.²⁵⁴ Den bei der analytischen Fortsetzung des Ausgangspotentials ins Innere des Körpers auftretenden Singularitäten kam also beim Ersetzen dieses

²⁵¹ Herglotz 1911a

²⁵² Herglotz 1916

²⁵³ Herglotz 1921

²⁵⁴ Herglotz 1914, S. V

Potentials durch ein anderes eine entscheidende Rolle zu. Speziell für homogene, von einer algebraischen Fläche umrandete Körper wurde das Potential durch Integrale algebraischer Funktionen dargestellt und Herglotz hoffte, unter Rückgriff auf die Theorie dieser Integrale allgemeine Aufschlüsse über die Fortsetzbarkeit und die Singularitäten des Potentials zu erlangen. Nach diesem Grundkonzept behandelte er das logarithmische Potential eines homogenen, von einer geschlossenen algebraischen Kurve begrenzten Flächenstückes und erhielt als Spezialfall der allgemeinen Sätze eine Reihe der von Neumann entdeckten Resultate, insbesondere die zu übertragenden Sätze. Er nahm dann die geforderte Ausdehnung auf den Raum für Potentiale von homogenen Rotationskörpern, die von zwei speziellen Flächen vierter Ordnung berandet werden, vor. Herglotz vermerkte, dass er seine allgemeinen Darlegungen in gleicher Weise für den Raum und Newton'sche Potentiale durchführen könne und kündigte dies für eine gesonderte Abhandlung an, die aber nie erschien und vermutlich durch den Ausbruch des Ersten Weltkriegs verhindert wurde. Der Beitrag zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik bestand also darin, dass er die mathematischen Grundlagen einer wichtigen Methode zur Bearbeitung physikalischer Fragen erweitert hatte.

Ähnlich verhielt es sich mit Herglotz' Forschungen zur Theorie der Differentialgleichungen, wo er den Ausbau der Lösungsmethoden weiter vorantrieb.²⁵⁵ Er studierte die Lösung des durch eine reelle homogene Form $\Delta(\xi_1, \dots, \xi_n)$ von geradem Grad $2m$ im Raum \mathbb{R}^n ($n \leq 2m$) gestellten Anfangswertproblems für die durch die Form definierte hyperbolische Differentialgleichung

$$\Delta \left(\frac{\partial}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial}{\partial x_{n-1}}, \frac{\partial}{\partial t} \right) F = 0$$

sowie die Ermittlung eines Integrals für eine durch eine reelle definite homogene Form $\Delta(\xi_1, \dots, \xi_n)$ von geradem Grad $2m$ in n Veränderlichen ($n \leq 2m$) definierte elliptische Differentialgleichung

$$\Delta \left(\frac{\partial}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial}{\partial x_{n-1}}, \frac{\partial}{\partial x_n} \right) F = f(x_1, \dots, x_n).$$

²⁵⁵ Herglotz 1926

Für beide Differentialgleichungen bestimmte Herglotz eine Grundlösung sowie den lösenden Kern, für die er insbesondere nach einer neuen Methode günstige Integraldarstellungen herleitete und analysierte den Zusammenhang zwischen Grundlösung und lösendem Kern elliptischer und hyperbolischer Differentialgleichungen, die durch die Substitution $x_n = it$ auseinander hervorgingen. Eingehend erläuterte er seine Vorgehensweise für $n = 3$ bzw. $n = 4$ und fand für diese Fälle auch einige spezielle Ergebnisse, u. a. die Darstellung der lösenden Kerne bzw. Grundlösung durch elementare Funktionen oder elliptische Integrale. Außerdem wandte er seine Ergebnisse auf Differentialgleichungen an, die in der Mechanik der Kontinua und in der Kristalloptik vorkamen. Den letzten Teil dieser Abhandlung hatte Herglotz erst nach seinem Weggang aus Leipzig in Göttingen vollendet. Die von ihm entwickelte Theorie bildete später einen Ausgangspunkt für die Theorie der Lückengebiete (Lacunas).

In einer weiteren Arbeit zog Herglotz aus einer bekannten grundlegenden Aussage über die Lösungsscharen der Lagrange'schen Differentialgleichung für eine nicht von der Zeit abhängende Lagrange-Funktion eine neue Schlussfolgerung über die Perioden einer Schar periodischer Lösungen und konnte für einige für die Mechanik wichtige Fälle, z. B. Gravitationsbewegungen, die Abhängigkeit der Perioden der Schar von der sogenannten Energiekonstanten explizit berechnen.²⁵⁶

Zur Vervollständigung des Herglotz'schen Forschungsspektrums soll noch auf einige Arbeiten zur reinen Mathematik hingewiesen werden. Weitreichende Wirkung hatte das beim Studium der Koeffizienten einer analytischen Funktion F mit positivem Realteil erzielte Resultat.²⁵⁷ Als notwendige und hinreichende Bedingung für die Konvergenz der Potenzreihe $F(z) = \frac{1}{2}c_0 + c_1z + c_2z^2 + \dots$ im Einheitskreis mit $\operatorname{Re} F(z) > 0$ fand er die positive Definitheit der Folge $\{c_n\}, n = 0, 1, 2, \dots$, für die er wiederum einen Zusammenhang mit dem Stieltjes'schen Momentenproblem aufzeigen konnte. Dieses Resultat wird oft als Satz von Herglotz bezeichnet. Mehrere Arbeiten waren algebraisch-zahlentheoretischen Themen gewidmet. So bestimmte er die Anzahl der Wurzeln einer längs des Einheitskreises reellen rationalen Funktion bzw. für einige einfache Zetafunktionen $\zeta_K(s)$ reeller quadratischer Körper K

²⁵⁶ Herglotz 1924

²⁵⁷ Herglotz 1911b

das konstante Glied in deren Potenzreihenentwicklung nach $s - 1$, gab einen eleganten Beweis des quadratischen Reziprozitätsgesetzes in imaginär quadratischen Zahlkörpern, klärte eine Eigenschaft der Nenner in den Partialbruchzerlegungen für die Entwicklungskoeffizienten der Weierstrass'schen \wp -Funktion auf u. a. m.

Ähnlich wie Herglotz hatte auch Lichtenstein erst wenige Jahre vor seiner Berufung nach Leipzig den Professorentitel erringen können, doch war seine wissenschaftliche Karriere nicht zuletzt wegen seiner polnischen Herkunft wesentlich langsamer verlaufen. Durch seine 20jährige Tätigkeit als Elektroingenieur in der Firma Siemens & Halske hatte er einen ungewöhnlichen Scharfblick für die Anwendungen der Mathematik in den Naturwissenschaften entwickelt. Wie bei Herglotz vereinigten sich bei ihm richtungsweisende mathematische Forschungsleistungen mit deren Anwendung.²⁵⁸ Seinen Standpunkt zu dem innigen Verhältnis zwischen Mathematik und Physik bzw. Astronomie hatte Lichtenstein in seiner Leipziger Antrittsvorlesung 1922 klar formuliert:

«Ohne Mathematik wären Physik und Astronomie nur mehr oder weniger gut geordnete Anhäufungen von Erfahrungen und Beobachtungen und nicht, wie dies tatsächlich der Fall ist, harmonisch aufgebaute, von einfachen, übersichtlichen Gesetzen beherrschte Wissenschaften. ... Wie es auf der einen Seite ohne Mathematik keine Physik als Wissenschaft geben würde, so hätten sich andererseits ohne Physik manche Kapitel der Mathematik gar nicht oder zumindest nicht zu ihrer heutigen Blüte entwickelt.»²⁵⁹

Die meisten der Lichtenstein'schen Forschungen waren eng miteinander verknüpft – bei einer groben Charakterisierung könnte man von Untersuchungen zur Potentialtheorie und deren Anwendungen auf konforme Abbildungen und Differentialgleichungen sprechen –, so dass es unumgänglich ist, auch auf die vor seiner Leipziger Zeit erzielten Resultate einzugehen.²⁶⁰ In seiner Dissertation wandte er die Methode der sukzessiven Approximation auf gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen an, wobei er die Leistungsfähigkeit der Methode durch

²⁵⁸ Beckert/Schumann 1981, S. 207

²⁵⁹ Lichtenstein 1923a, S. 148

²⁶⁰ Für eine ausführlichere Beurteilung des Lichtenstein'schen Schaffens sei auf [Hölder 1934] und den Artikel von Beckert in [Beckert/Schumann 1981], S. 207–217 verwiesen.

eine Modifizierung der Approximation und den Rückgriff auf Resultate der Potentialtheorie erweiterte. Zu dieser Thematik haben später er selbst und andere Mathematiker beachtliche Beiträge geliefert. Die sukzessive Approximation wurde eine der bevorzugten Standardmethoden in seinen Arbeiten.

Ein entscheidendes Merkmal von Lichtensteins potentialtheoretischen Forschungen war, dass er nicht einfach die klassische Theorie fortsetzte, sondern konsequent an die modernen Entwicklungen anknüpfte, wie sie mit der Fredholm'schen Theorie der Integralgleichungen und den frühen funktionalanalytischen Methoden, etwa in Form von Hilberts Theorie der vollstetigen quadratischen Formen mit unendlich vielen Variablen, vorlagen. Mit mehreren grundlegenden Arbeiten hat er am systematischen Aufbau der auf der Fredholm'schen Integralgleichungstheorie basierenden Lösungstheorien für die klassischen und allgemeineren Randwertaufgaben der Potentialtheorie und der linearen elliptischen Differentialgleichungen formgebend mitgewirkt. Indem er die Singularitäten der Kerne der Integralgleichungen einer detaillierten Analyse unterzog, konnte er die klassische Theorie erweitern und deren Anwendbarkeit auf die vorgelegten neuen Probleme sichern. Erstmals trat bei ihm die Erkenntnis zu Tage, dass bei diesem Vorgehen zur Lösung von Randwertproblemen elliptischer Differentialgleichungen in der Ebene die Randkurve Ecken und Spitzen aufweisen darf. Bereits 1912/13 hatte er als Erster logarithmische Potentiale bei nur quadratisch integrierbaren Dichten eingeführt, die dann in der modernen Entwicklung eine wichtige Rolle spielen sollten. Die Weiterentwicklung von Hilberts Theorie der vollstetigen quadratischen Formen nutzte Lichtenstein, um damit ohne Rückgriff auf die Integralgleichungstheorie allgemeine Eigenwertprobleme gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen vollständig zu lösen und Entwicklungssätze für die Lösungen anzugeben. Diese Resultate versetzten ihn in die Lage, für verschiedene Variationsaufgaben, z. B. das reguläre nichtlineare Variationsproblem

$$\int_K f(x, y, u, u_x, u_y) dx dy \rightarrow \text{Extremum},$$

Eigenwertkriterien für das Eintreten eines Extremums zu formulieren.

Nach diesen mehr theoretischen Forschungen wandte sich Lichtenstein im Jahre 1918 mit dem Studium der Gleichgewichtsfiguren ro-

tierender homogener Flüssigkeit, deren Teilchen einander nach dem Newton'schen Gesetz anziehen, den Anwendungen dieser Ergebnisse zu. Die Bestimmung derartiger Gleichgewichtsfiguren und deren Stabilität hängen sehr eng mit der Frage nach der Gestalt der Himmelskörper, insbesondere nach der Gestalt der Erde, zusammen, um deren Beantwortung seit Isaac Newton (1642 – 1727) und Christiaan Huygens (1629 – 1695) viele hervorragende Gelehrte gerungen haben. Obwohl man die Problemstellung sehr stark vereinfacht hatte und neben den Gravitationskräften nur den Einfluss der Zentrifugalkräfte berücksichtigte, Einwirkungen von Außen, die Kompressibilität, die Temperatur usw. aber vernachlässigte, waren die Fortschritte gering. Unabhängig voneinander konnten Poincaré und Aleksandr Michailovič Ljapunov (1857 – 1918) in den Jahrzehnten um die Wende zum 20. Jahrhundert die Existenz neuer, von den klassischen Ellipsoiden abweichender Gleichgewichtsfiguren aufzeigen und teilweise exakt begründen. Ljapunovs Darlegungen waren jedoch sehr kompliziert und schwer verständlich und die Poincaré'schen von heuristischen Elementen geprägt.

Hier setzten Lichtensteins Bemühungen um eine Verbesserung der Theorie an. Er gab dem von Poincaré heuristisch abgeleiteten Existenzsatz über die von einer jeden Gleichgewichtsfigur ausgehende lineare Reihe von Gleichgewichtsfiguren, wobei in besonderen Fällen (Verzweigungsfall) mehrere derartige Reihen auftraten, einen exakten Beweis und ließ in mehreren umfangreichen Abhandlungen eine Reihe neuer Existenz- und Stabilitätssätze für homogene bzw. heterogene Flüssigkeiten und für die Dynamik inkohärenter Medien folgen. In seiner Leipziger Antrittsvorlesung resümierte er die vorliegenden Ergebnisse und skizzierte ein umfangreiches Forschungsprogramm, an dessen Realisierung er mit seinen Schülern in dem folgenden Jahrzehnt intensiv arbeitete. In der dritten, vierten und fünften Abhandlung zur Gestalt der Himmelskörper studierte er ab 1922 ringförmige Gleichgewichtsfiguren ohne Zentralkörper und die Theorie der Ringe des Planeten Saturn.²⁶¹ Wieder gelang es Lichtenstein, die klassische Problemstellung zu verallgemeinern und wichtige Fälle zu lösen. Er schuf beispielsweise eine Theorie kleiner (endlicher) periodischer Bewegungen in einem um einen Zentralkörper rotierenden Ring mit kontinuierlicher Massenbelegung,

²⁶¹ Lichtenstein 1922; Lichtenstein 1923b; Lichtenstein 1924

wobei er auch bei Hinzutreten eines störenden Körpers unter gewissen Bedingungen die Existenz eines permanenten Bewegungszustandes sichern konnte. In das Themenfeld der Gleichgewichtsfiguren gehörten weiterhin seine Analyse über die Gestalt, die die freie Oberfläche des Ozeans unter der Wirkung des Gesamtpotentials der Attraktions- und Zentrifugalkräfte der Erde annimmt, und die kosmogonischen Untersuchungen über den Gleichgewichtsfall zweier sich in einem Punkt berührender Massen. Eine wichtige Rolle kam dabei der Lösung nichtlinearer Integrodifferentialgleichungen zu, deren periodische Lösungen er mittels sukzessiver Approximation ermittelte. Für die notwendigen Existenz- bzw. Konvergenzbeweise griff er wieder auf potentialtheoretische Überlegungen zurück.

Ab 1924 standen zwei weitere Anwendungsfelder im Blickpunkt der Forschungen Lichtensteins: die Elastizitätstheorie und die Hydrodynamik. In der Elastizitätstheorie schlug er in Ergänzung der bereits vorliegenden Methoden einen neuen Weg zur Lösung der ersten Randwertaufgabe vor, indem er sie auf eine Fredholm'sche Integralgleichung für die Divergenz des Deformationstensors zurückführte. In der Hydrodynamik formulierte er in drei umfangreichen Arbeiten Existenzbeweise für die Lösung der Bewegungsgleichungen in der Theorie idealer, inkompressibler, homogener bzw. inhomogener Flüssigkeiten für ein hinreichend kurzes Zeitintervall bei vorgegebenen Anfangs- und Grenzbedingungen.²⁶² Erstmals löste er auch das Anfangswertproblem für die instationären Bewegungsgleichungen derartiger Flüssigkeiten. Die Flüssigkeit kann insbesondere auch ein geschlossenes bewegtes Gefäß, das starr sein kann oder nicht und gegebenenfalls noch hinreichend reguläre Körper enthält, vollkommen ausfüllen oder aber den Außenraum dieser Gefäße bilden. Die hierzu notwendigen Untersuchungen lieferten ein weiteres Beispiel für das enge Ineinandergreifen von rein theoretischen und angewandten Forschungen bei Lichtenstein. Wieder waren neue potentialtheoretische Hilfssätze notwendig, um die Theorie der Integralgleichungen einsetzen zu können. Lichtenstein leitete diese Sätze, «die auch an sich nicht ohne Interesse» waren, in drei etwa parallel zu den hydrodynamischen Studien erschienenen Aufsätzen ab und vermerkte, dass die erzielten Resultate auch in der Theorie der

²⁶² Lichtenstein 1925a; Lichtenstein 1927; Lichtenstein 1928a

Saturnringe sehr nützlich seien.²⁶³ Einen Ausgangspunkt bildete die Idee, zu untersuchen, wie die einzelnen Potentiale von der jeweiligen Massenbelegung bzw. «dem die Belegung tragenden geometrischen Gebilde» abhängen, und dann, indem das Potential V als Funktional des geometrischen Gebildes T aufgefasst wird, das Verhalten der partiellen Ableitungen von V im Innern und auf dem Rande von T bei geeigneten Änderungen dieses Gebietes zu analysieren.

Weitere wichtige theoretische Arbeiten, die in den ersten Jahren von Lichtensteins Wirken in Leipzig entstanden, setzten die eingangs skizzierten Forschungen fort. Hervorzuheben ist der 1924 erschienene Enzyklopädieartikel zur Theorie der elliptischen Differentialgleichungen 2. Ordnung, der auch separat publiziert wurde und den Emil Hilb (1882–1929) in dem dazu verfassten Vorwort als eine lückenlose Darstellung von allem, was auf diesem Gebiete geschaffen wurde, charakterisierte, die «ihren besonderen Wert» dadurch erhielt, «daß in der Literatur bisher überhaupt keine Zusammenfassung der hier einschlägigen Arbeiten vorliegt».²⁶⁴ In einer Fußnote stellte Lichtenstein einleitend fest, dass bei den linearen Randwertproblemen ein gewisser Abschluss sowie auch bei den nichtlinearen Problemen eine Reihe grundlegender Resultate erreicht wurde und er im Inhalt wie in den Literaturhinweisen Vollständigkeit anstrebe. Die Arbeit an diesem Enzyklopädiebeitrag wurde für Lichtenstein zugleich zur Quelle neuer Ideen, denn noch im gleichen Jahr legte er «für einige Sätze eine verschärfte Fassung, für andere eine vereinfachte Beweisführung» und eine Reihe neuer Resultate vor.²⁶⁵ Ergänzend sei in diesem Kontext noch erwähnt, dass Lichtenstein schon fünf Jahre zuvor in einem mustergültigen Überblick die neuesten Fortschritte der Potentialtheorie in der *Enzyklopädie* referiert hatte.²⁶⁶

Es ist in diesem Rahmen nicht möglich, auch nur annähernd alle Ergebnisse zu würdigen, die Lichtenstein in den Arbeiten der ersten Leipziger Jahre publizierte. Von den Themen, denen nur einzelne Arbeiten gewidmet waren, sollen noch die Theorie hyperbolischer Differentialgleichungen zweiter Ordnung und spezielle Fragen der Variationsrechnung

²⁶³ Lichtenstein 1925b

²⁶⁴ Lichtenstein 1924b, Vorwort

²⁶⁵ Lichtenstein 1924c

²⁶⁶ Lichtenstein 1909. Der Beitrag erschien 1919 im Heft 3 von Band 2, Theil 3, erste Hälfte der *Enzyklopädie*.

genannt werden. Die umfassende Monographie zur Hydrodynamik fällt allerdings erst in die nächste Periode. Die ausgewählten Beispiele belegen jedoch die nahezu untrennbare Verbindung zwischen Mathematik und deren Anwendung in Physik und Astronomie, die in Lichtensteins Forschungen vorherrschte und sich von der Problemfindung bis zur vollständigen Lösung der Fragen deutlich niederschlug. Ohne direkt an C. Neumann anzuknüpfen, hatte er damit noch zu dessen Lebzeiten dessen Ideen zum Wechselspiel von Mathematik und Anwendungen, speziell von Mathematik und Physik, auf höherer Ebene fortgesetzt und mit neuem Leben erfüllt. Somit zeichnet sich am Mathematischen Institut speziell durch das Wirken von Herglotz und Lichtenstein eine kontinuierliche Traditionslinie in der mathematischen Physik ab, die je nach Interpretation bis 1868 oder bis zur ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts zurückreicht.

6.6 Die Forschungen der außerordentlichen Professoren und Privatdozenten – Mengenlehre, Differentialgeometrie, Funktionentheorie, Zahlentheorie

Neben den Ordinarien trugen die außerordentlichen Professoren maßgeblich zur Gestaltung des Forschungsprofils am Mathematischen Institut bei. Ihre Verweildauer am Institut war sehr unterschiedlich und von den sich eröffnenden Karrierechancen abhängig. Bereits mehrere Jahren waren Hausdorff und Liebmann am Institut tätig.

Hausdorff, der seine wissenschaftliche Laufbahn in Leipzig begonnen hatte und von der angewandten Mathematik im Rahmen der Astronomie und der Wahrscheinlichkeitsrechnung zur reinen Mathematik gekommen war,²⁶⁷ widmete sich in dem hier zu betrachtenden Zeitabschnitt von 1905 bis zu seinem Weggang nach Bonn 1910 fast ausschließlich der Mengenlehre. Wenn auch sich seine aufgeschlossene Haltung zu den Anwendungen der Mathematik in anderen Disziplinen, speziell der Astronomie und Physik, nicht grundlegend geändert hatte, so konzentrierte er seine Forschungsinteressen nun auf ein völlig

²⁶⁷ Vgl. die Darstellung im ersten Teil, [Schlote 2004a], S. 72, 77, 117f.

abstraktes Gebiet der modernen Mathematikentwicklung. Ausgehend von Bemühungen, das Cantor'sche Kontinuumsproblem zu lösen, schuf Hausdorff zwischen 1901 und 1909 die gesamte höhere Theorie der geordneten Mengen, deren Bedeutung und Tragweite für die Mathematik teilweise erst Jahrzehnte später deutlich wurde.²⁶⁸

Die nach Hausdorff benannte Rekursionsformel, verbunden mit dem von ihm eingeführten fundamentalen Begriff der Konfinalität, waren die Grundlagen aller weiteren Ergebnisse zur Alephexponentiation.²⁶⁹ Er führte die Unterscheidung in reguläre und singuläre Kardinalzahlen ein und regte mit der Frage, ob es reguläre Kardinalzahlen mit Limeszahlindex gibt, die Entwicklung der Theorie der unerreichbaren Kardinalzahlen an.²⁷⁰ Die Einführung der Hausdorff'schen Element- und Lückencharaktere lieferte ein feines Instrumentarium zur Analyse geordneter Mengen. Seine allgemeine Theorie der geordneten Produkte und Potenzen brachte ein großes Arsenal neuartiger geordneter Mengen hervor, darunter so interessanter Strukturen wie der η_α -Mengen,²⁷¹ die sich später als wichtige Grundlage der Modelltheorie erwiesen. Die Frage nach der Existenz von η_α -Mengen minimaler Kardinalität führte Hausdorff auf die Formulierung der verallgemeinerten Kontinuumshypothese.

Grundlegend waren auch seine Untersuchungen über partiell geordnete Mengen. Anknüpfend an Studien von Paul Du Bois-Reymond (1831 – 1889) über das Unendlichwerden streng monoton wachsender Funktionen, betrachtete Hausdorff maximale linear-geordnete Teilmengen, sogenannte Pantachien, in partiell geordneten Mengen, bewies deren Existenz und bestimmte deren Ordnungstypen. Fundamental waren der Einschließungssatz, der die von ihm entdeckte Analogie der Pantachien zu Cantors in-sich-dichten linearen Ordnungen zum Ausdruck brachte, und der Lückensatz, der die Vermutung widerlegte, dass die Pantachien stetig geordnet seien. Erstmals gelang es Hausdorff da-

²⁶⁸ Ein genaue Kommentierung dieser Arbeiten lieferte Jacob M. Plotkin in [Plotkin 2005]. Man vergleiche auch die Kommentare zu Hausdorffs grundlegender Monographie *Grundzüge der Mengenlehre*, in der er eine Fülle von Resultaten zusammenfasste, sowie die kommentierenden Essays in [Hausdorff 2002] Bd. II.

²⁶⁹ Hausdorff 1904; Hausdorff 1906b; Hausdorff 1907

²⁷⁰ Hausdorff 1908; Hausdorff 1909a

²⁷¹ Hausdorff 1907, Teil V: Über Pantachietypen



Abbildung 6.10

Felix Hausdorff, ao. Professor für
Mathematik in Leipzig 1901–1910

bei 1909, diesen Nachweis mit einem «genial angelegten Beweis» ohne Verwendung der Kontinuumshypothese zu führen.²⁷²

Außerdem müssen noch zwei weitere Arbeiten Hausdorffs aus der Leipziger Zeit gewürdigt werden. 1906 behandelte er «das Problem, die Exponentialformel für nichtkommutative Multiplikation aufzustellen, d. h. die durch $e^x e^y = e^z$ definierte Funktion z von x, y zu untersuchen; ...»²⁷³ und leitete die heute als Campbell-Hausdorff-Formel bekannte Relation ab. Er hatte damit «den formal-algebraischen Kern eines zentralen Punktes der Lie-Theorie (d. h. des Zusammenhanges zwischen Lie-Gruppe und Lie-Algebren) erkannt und in die bis heute gültige Form gebracht»:²⁷⁴ Jede endlich-dimensionale Lie-Algebra (über den reellen oder den komplexen Zahlen) ist Lie-Algebra einer geeigneten analytischen Gruppe. In der zweiten Arbeit gelang Hausdorff eine originelle Vereinfachung eines Beweisschrittes in der Hilbert'schen Lösung

²⁷² Hausdorff 1909a. Eine detaillierte Würdigung der diesbezüglichen Arbeiten Hausdorffs wurde von U. Felgner in [Felgner 2002] gegeben.

²⁷³ Hausdorff 1906a, S. 19

²⁷⁴ Scharlau 2001, S. 463

des Waring'schen Problems über die Angabe einer Schranke für die Anzahl der Summanden bei der Darstellung der natürlichen Zahlen als Summe von k -ten Potenzen.²⁷⁵ Schließlich sei noch erwähnt, dass Hausdorff auch seine belletristische Tätigkeit weiter fortsetzte.

In den Forschungen Liebmanns dominierte die Geometrie, doch schuf er auch eine Reihe von Beiträgen zu anderen Teilgebieten der Mathematik. In der Geometrie gruppieren sich die Arbeiten um die nichteuklidischen Geometrien und reichen von verschiedenen Betrachtungen zu den Grundlagen dieser Geometrien bis zu speziellen Fragen. Liebmann baute die Trigonometrie der hyperbolischen Ebene allein aus der Ebene heraus auf, vermied also die von Nikolaj Iwanowitsch Lobatschewski (1792–1856) und János Bolyai (1802–1860) verwendeten räumlichen Argumentationen, und führte dies dann für die sphärisch-elliptische Geometrie durch.²⁷⁶ Er fand eine vom Parallelenpostulat unabhängige Begründung der sphärischen Trigonometrie und gewann daraus einen neuen Aufbau für die hyperbolische Geometrie. Schließlich sei noch seine kurze, sich an breite Leserkreise richtende Einführung in die nichteuklidische Geometrie genannt.²⁷⁷

Die übrigen Arbeiten wiesen zumindest eine geometrische Komponente auf. Liebmanns Berechnung für das logarithmische Potential einer Ovalfläche basierte wesentlich auf der Einführung spezieller krummliniger Koordinaten.²⁷⁸ Er griff außerdem auf die Integration im Komplexen zurück, kam aber im Gegensatz zu Neumann ohne Reihenentwicklungen und ovale Koordinaten aus. In der Theorie der ebenen Fachwerke leitete er den Schur'schen Fundamentalsatz, dass nur einfach stabile Fachwerke statisch bestimmt sind, ohne Konstruktionen direkt aus statischen Betrachtungen ab, konnte ihn aber nicht wesentlich vereinfachen.²⁷⁹ Auch die Arbeit über partielle Differentialgleichungen erster Ordnung hatte keinen Bezug zu physikalischen Fragen. Liebmann diskutierte verschiedene Eigenschaften der Charakteristiken dieser Differentialgleichungen und ermittelte unter bestimmten Bedingungen zwei Transformationen dieser Differentialgleichungen, die keine Berührungs-

²⁷⁵ Hausdorff 1909b

²⁷⁶ Liebmann 1906b; Liebmann 1907a; Liebmann 1908b

²⁷⁷ Liebmann 1905

²⁷⁸ Liebmann 1907b

²⁷⁹ Liebmann 1906a



Abbildung 6.11

Heinrich Liebmann, ao. Professor für Mathematik in Leipzig 1904–1910

transformationen waren und als Verallgemeinerungen von entsprechenden Transformationen für gewöhnliche Differentialgleichungen erster Ordnung angesehen werden konnten.²⁸⁰ Einzig bei den Untersuchungen zur Darstellung eines quelfreien Vektorfeldes als Rotation eines anderen Vektorfeldes vermerkte er die Wichtigkeit dieser Betrachtungen für die mathematische Physik. Als neuen Aspekt brachte Liebmann in diese Aufgabe die Forderung ein, dass die Komponenten des gesuchten Vektorfeldes durch einfache Integrale dargestellt werden sollten. Bisher waren dazu nur Raumintegrale herangezogen worden, wie Liebmann unter Verweis auf Werke von C. Neumann, Bernhard Riemann (1826–1866), August Föppl (1854–1924) und Josiah Willard Gibbs (1839–1903)²⁸¹ feststellte. Bezüglich seiner Lösung des Problems musste er jedoch zwei Mängel einräumen, die deren Anwendbarkeit deutlich einschränkten, insbesondere konnte sie «nicht nutzbar gemacht werden für das wichtige Problem der Zerlegung eines Vektorfeldes in einen

²⁸⁰ Liebmann 1910

²⁸¹ Neumann 1893; Riemann/Weber 1900; Föppl 1904; Gibbs 1907

quellfreien und einen wirbelfreien Bestandteil».²⁸² Liebmann hat also durchaus Anregungen hinsichtlich der Anwendung mathematischer Methoden in physikalischer und technischer Richtung aufgegriffen und bearbeitet, auch wenn dem nicht sein Hauptinteresse galt.²⁸³ Zu den Belegen für diese Aufgeschlossenheit muss insbesondere die Beschäftigung mit dem Werk Tschebycheffs gerechnet werden, dessen «*Präzisionsarbeit in der angewandten Mathematik*» er sehr lobte.²⁸⁴ Indem Liebmann die Tschebyscheff'schen Lösungen einiger Minimalprobleme vereinfachte, Beweise ergänzte bzw. anfügte und wichtige Gesichtspunkte deutlicher hervorhob, wollte er dessen Leistungen stärker bekannt machen. Im Einzelnen handelte es sich darum, die Koeffizienten eines Polynoms n -ten Grades so zu bestimmen, dass eine möglichst kleine Abweichung von Null entsteht, einen Gelenkmechanismus mit möglichst genauer Geradföhrung zu berechnen und einfache Rekursionsformeln für die Koeffizienten einer Fourier-Reihe herzuleiten.

Nahezu im zeitlichen Gleichklang waren dann nach dem Weggang von Hausdorff und Liebmann Koebe und R. König bis 1914 am Leipziger Mathematischen Institut tätig. Obwohl fast gleichaltrig, erfreute sich Koebe durch seine Lösung des Uniformisierungsproblems (1907, gleichzeitig mit Poincaré) schon großer Bekanntheit in mathematischen Fachkreisen. Dieses bedeutende Resultat, das im Wesentlichen besagt, die Koordinaten eines auf einer analytischen Kurve veränderlichen Punktes durch eindeutige Funktionen auszudrücken bzw. äquivalent dazu eine beliebige einfach zusammenhängende Riemann'sche Fläche schlicht konform auf ein schlichtes Gebiet abzubilden, hat die weiteren Forschungen Koebes nachhaltig geprägt. Wiederholt wurde in Beurteilungen bereits im Verlaufe seiner Karriere die einseitige Konzentration auf diese Richtung kritisch konstatiert,²⁸⁵ und in einer Würdigung der Koebe'schen Leistungen hieß es dann, dass fast sein gesamtes mathema-

²⁸² Liebmann 1908a, S. 188

²⁸³ Von Liebmann stammt auch das 1912 erschienene Buch *Wahrscheinlichkeitsrechnung*, die deutsche Übersetzung der 2. Auflage von A. A. Markov's bekannten Lehrbuch der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

²⁸⁴ Liebmann 1909, S. 433

²⁸⁵ So u. a. 1917 im Gutachten für die Nachfolge von H. A. Schwarz an der Berliner Universität [Biermann 1988, S. 329] und 1925 in der Niederschrift über die Sitzung der Kommission für die Wiederbesetzung der ordentlichen Professur für Mathematik an der Universität Leipzig [UAL, PA 115, Bl. 22].

tisches Schaffen im Zusammenhang mit dem Uniformisierungsproblem stand.²⁸⁶ Koebe hat die Aussage des Theorems mehrfach verallgemeinert bzw. neue Beweise geliefert und sich mit zahlreichen Abbildungsfragen, u. a. von mehrfach bzw. unendlich vielfach zusammenhängenden Gebieten erfolgreich beschäftigt. Er brachte dabei viele interessante und anregende Gedanken hervor, die einen starken Einfluss in der weiteren Entwicklung der Funktionentheorie ausübten und ihn zu einem führenden und vielseitigen Vertreter dieses Spezialgebietes machten. Von den frühen Leipziger Arbeiten erscheint eine aus Sicht der mathematischen Physik besonders hervorhebenswert, da sie auf eine einfache Behandlung von einigen Randwertaufgaben der Potentialtheorie hinwies. Kernstück der Darlegungen war die Abbildung der jeweiligen Gebiete Kreisring, Ellipse und Rechteck auf den Einheitskreis, so dass das Problem jeweils auf die Lösung der Randwertaufgabe für den Kreis reduziert werden konnte und die «Kenntnis der elliptischen Funktionen» oder die «Heranziehung allgemeiner Existenzbeweiszprinzipien, wie des alternierenden Verfahrens usw.» überflüssig war.²⁸⁷ Für Koebe blieb es aber bei dieser sehr theoretischen und wohl zufälligen Annäherung an eine Aufgabe der mathematischen Physik. Sein ehemaliger Assistent Hubert Cremer (1897 – 1983) stellte rückblickend fest: «Er (Koebe, K.-H. S.) blieb ein reiner Mathematiker, dem die Anwendbarkeit der Mathematik profan vorkam.»²⁸⁸

Eine ähnliche Einschätzung trifft auch für das kurze Wirken von König in Leipzig zu. König hat in dieser Zeit ausschließlich zahlen-theoretische und funktionentheoretische Themen betrachtet. In seiner Habilitation über die konforme Abbildung der Oberfläche einer räumlichen Ecke konnte er die geforderte Abbildung, sich an Hilbert'sche und besonders Koebe'sche Methoden anlehnd, angeben, was dann zum erneuten Nachweis eindeutiger algebraischer Funktionen auf einer allgemeinen Riemann'schen Mannigfaltigkeit führte.²⁸⁹ Weitere Arbeiten Königs betrafen die Theorie der unverzweigten multiplikativen Funktionen und ihrer Integrale, die automorphen Funktionen, die Arith-

²⁸⁶ Kühnau 1981, S. 184. Vgl. auch [Bieberbach 1968]. Beide Artikel geben einen Überblick über die Koebe'schen Arbeiten und eine sachkundige Analyse derselben.

²⁸⁷ Koebe 1913, S. 210

²⁸⁸ Cremer 1968, S. 160. Cremer war 1927 – 1931 Koebes Assistent in Leipzig.

²⁸⁹ König 1911a

metrik hyperelliptischer Funktionenkörper, die Verallgemeinerung der klassischen Theorie quadratischer Formen auf ebensolche Formen mit rationalen Funktionen als Koeffizienten sowie die weitere Aufklärung des Zusammenhangs zwischen der Theorie der quadratischen Formen von Gauß und der Theorie der quadratischen Zahlkörper.²⁹⁰

In der wissenschaftlichen Karriere von Blaschke, der als einer der bedeutendsten Geometer des 20. Jahrhunderts gilt²⁹¹, bildete Leipzig zwar nur eine kurze Durchgangsstation, doch hat er durch seine Aktivität eine deutliche Spur hinterlassen. Hier brachte er seine Forschungen zur Geometrie konvexer Bereiche zu einem ersten Abschluss und begann mit den Untersuchungen zur affinen Differentialgeometrie. In seiner Leipziger Antrittsvorlesung erwähnte er bereits wichtige Ergebnisse der erstgenannten Untersuchungen, die er dann in der Monographie *Kreis und Kugel* zusammenfasste.²⁹² Blaschke bewies darin zunächst die isoperimetrische Eigenschaft von Kreis und Kugel, wobei er die originellen geometrischen Lösungsmethoden von Jacob Steiner (1796 – 1863) einer kritischen Analyse unterzog und präzise die Stellen aufzeigte, an denen analytische Hilfsmittel herangezogen werden müssen und welche. Für die Beantwortung der von Steiner nicht betrachteten Existenzfragen der isoperimetrischen Objekte war der später nach Blaschke benannte Auswahlssatz, dass aus jeder unendlichen Menge gleichmäßig beschränkter konvexer Bereiche stets eine Folge ausgewählt werden kann, die gegen einen konvexen Bereich konvergiert, von grundlegender Bedeutung. Die Konvergenz erfolgte in der Metrik, die Blaschke zuvor in der Menge aller konvexen Bereiche der Ebene bzw. des Raumes eingeführt hatte. Er erkannte auch die Möglichkeiten zur Verallgemeinerung der für die Spezialfälle Kreis und Kugel entwickelten Methoden, baute auf dieser Basis eine einheitliche Theorie der konvexen Körper auf und behandelte weitere neue Extremalaufgaben für diese Körper. In mehreren Arbeiten studierte er zum Beispiel konvexe Bereiche gegebener konstanter Breite und kleinsten Inhalts und wies für die Ebene nach, dass das Kreisbo-

²⁹⁰ König 1911b; König 1912; König 1913. Eine genauere Würdigung der Arbeiten Königs findet man in [Schmidt 1981].

²⁹¹ Eine ausführliche und sehr differenzierte Würdigung der Leistungen Blaschkes wird in dessen gesammelten Werken gegeben, insbesondere der Band 5 enthält mehrere diesbezügliche Artikel. [Bureau 1982]

²⁹² Blaschke 1915a; Blaschke 1916a

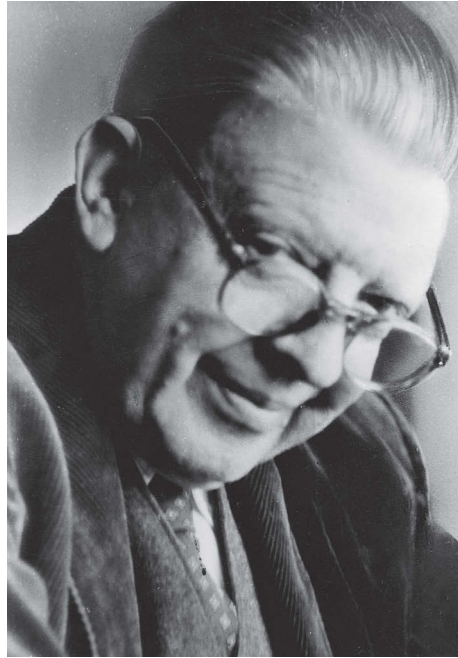


Abbildung 6.12

Wilhelm Blaschke, ao. Professor für Mathematik in Leipzig 1915–1917

gendreieck (Reuleaux-Dreieck) genau diese Minimaleigenschaft besitzt. Weiterhin dehnte er in diesem Kontext den Begriff der konstanten Breite von ebenen Kurven auf sphärische Kurven und auf geschlossene konvexe Flächen im euklidischen bzw. nichteuklidischen Raum aus und übertrug mehrere Aussagen, u. a. den Satz, dass jede geschlossene und konvexe ebene Kurve mit gegebener konstanter Breite den gleichen Umfang besitzt.²⁹³

Neue Extremalaufgaben bildeten schließlich den Ausgangspunkt für die Artikelserie über affine Geometrie, als deren Gegenstand er die Untersuchung solcher geometrischer Eigenschaften nannte, «die bei «affinen» Transformationen erhalten bleiben, also bei solchen projektiven Umformungen, bei denen parallele Geraden wieder in solche übergehen».²⁹⁴ In Anlehnung an die Bogenlänge und die Oberfläche definierte

²⁹³ Blaschke 1915b

²⁹⁴ Blaschke 1916b, S. 217. Von den 39 Teilen schrieb Blaschke die Teile 1–3, 5–12, 14, 19, 21, 22, 25, 26, 28, 29, 33, 36 und 37, die er bis zum Teil 25 in den *Berichte(n) der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig* publizierte. Die übrigen erschienen in der *Mathematische(n) Zeitschrift* bzw. die beiden letzten in den

Blaschke die «Affinlänge» und die «Affinoberfläche» als einfachste Integralinvarianten der «Affingeometrie» und studierte entsprechende isoperimetrische Probleme dieser Geometrie. Wieder bildeten weiterentwickelte Steiner'sche Verfahren einen zentralen Bestandteil seiner Lösung. Blaschke scheute sich dabei nicht, zunächst einige «bemerkenswerte Fragestellungen» unerledigt zu lassen und hoffte dafür die Anteilnahme der Fachgenossen zu erwecken.²⁹⁵ Auf diese Weise regte er seine Schüler und Kollegen zu 17 Beiträgen an, um die von ihm in 22 Arbeiten behandelten Themen zu ergänzen bzw. fortzusetzen. Die Ergebnisse gingen dann in den zweiten Band seiner *Vorlesungen über Differentialgeometrie ...*²⁹⁶ ein, die oft als sein Hauptwerk bezeichnet werden. Der Hinweis auf die Einstein'sche Relativitätstheorie im vollständigen Titel der *Vorlesungen* verdeutlicht zugleich, dass Blaschke die Bedeutung seiner Forschungen für die theoretische Physik durchaus bewusst war und er diesen Anwendungen keineswegs ablehnend gegenüberstand. Noch in der zweiten Auflage des ersten Bandes kündigte er 1924 an, der letzte der auf vier Bände geplanten *Vorlesungen* werde «die *mehrdimensionale* Geometrie mit der allgemeinen Maßbestimmung *Riemanns* und damit die geometrischen Grundlagen einerseits für *Einsteins* Gravitationstheorie und andererseits für die Untersuchungen der Dynamik bringen, die die Quantentheorie benötigt».²⁹⁷ Der Band ist jedoch nie erschienen.

Blaschkes Nachfolger Schnee ist hinsichtlich der Wechselwirkungen zur Physik nur durch seine Lehrtätigkeit wirksam geworden. Er hatte bereits in jungen Jahren außergewöhnliche Resultate zum Konvergenzverhalten unendlicher Reihen, speziell von Dirichlet-Reihen erzielt, dabei den als Äquivalenzsatz von Knopp-Schnee für das C- und H-Verfahren der Reihenlimitierung bekannten Sachverhalt verifiziert und dann seine Forschungen fast ausschließlich auf den Beweis der Riemann'schen Vermutung über die nichttrivialen Nullstellen der Riemann'schen Zetafunktion konzentriert. Diese jahrzehntelangen intensiven Bemühungen blieben erfolglos, so dass sein Leipziger Schaffen «nicht frei von einer

Abhandlungen aus dem Mathematischen Seminar der Universität Hamburg.

²⁹⁵ Blaschke 1916b, S. 217

²⁹⁶ Blaschke 1921

²⁹⁷ Blaschke 1921, Bd. 1, 2. Aufl. 1924, S. VII

gewissen Tragik» ist.²⁹⁸ Außerdem war Schnees Leistungsfähigkeit in den 20er Jahren durch eine schwere Erkrankung, die letztlich zu einer Magenexstirpation führte, geschwächt.

Der im Herbst 1913 nach Leipzig gekommene F. Levi hat in seinen mathematischen Arbeiten den Fragen der mathematischen bzw. theoretischen Physik ebenfalls keine Beachtung geschenkt. Als Schüler von Heinrich Weber (1842–1913) in Straßburg bewegte er sich zunächst in dem Gebiete der Algebra und der algebraischen Zahlentheorie, auf dem er mit neuen Einsichten in die Struktur der unendlichen abelschen Gruppen habilitierte.²⁹⁹ Er wandte sich dann der Geometrie und vor allem der Topologie zu. In diesen Studien bestimmte er Invarianten für die Anordnung von Punkten in der projektiven Ebene sowie die Anzahl der topologisch verschiedenen zusammenhängenden Linienkomplexe aus n Strecken ohne geschlossene Züge, untersuchte Linienkomplexe auf Flächen, teilte dabei die «geradzahligen» Linienkomplexe, d. h. in jedem Punkt des Komplexes treffen sich eine gerade Anzahl von Strecken, in Arten ein, für die er Beziehungen zu den Invarianten der Fläche und zur Anzahl der zur Färbung der durch den Linienkomplex festgelegten Gebiete benötigten Farben aufstellte.³⁰⁰ Weiterhin diskutierte er Färbungsprobleme, die er auf Zerlegungseigenschaften zurückführte, leitete allgemeine Doppelpunktsätze für stetige periodische Kurven her und wies eine allgemeine Eigenschaft der Zellteilungen der projektiven Ebene durch n nicht alle durch denselben Punkt gehende Geraden als rein topologisch nach. Viele dieser Ergebnisse sollten später in die Monographie über geometrische Konfigurationen einfließen, die wohl die erste «lückenlose Darstellung der Grundlagen der (kombinatorischen) Flächentopologie» enthielt, deren Entstehung jedoch nicht mehr in den hier betrachteten Zeitabschnitt fiel.³⁰¹

Der Landau-Schüler Neder hat in den wenigen Jahren des Aufenthalts am Leipziger Mathematischen Institut seine in Göttingen begonnenen Untersuchungen zur Analysis, speziell zur Konvergenz von Funktio-

²⁹⁸ Beckert/Schumann 1981, S. 205. Der in diesem Buch enthaltene Beitrag von H. Beckert über Schnee (S. 202–206) scheint die einzige ausführlichere Würdigung zu sein.

²⁹⁹ Levi 1917

³⁰⁰ Levi 1923a; Levi 1923b

³⁰¹ Levi 1929

nen-Reihen fortgesetzt. Als Folgerung aus den Ergebnissen seiner Dissertation hatte er u. a. das erste Beispiel einer Potenzreihe einer stetigen Funktion mit genau abzählbar vielen, überall dicht liegenden Divergenzpunkten auf dem Rand angegeben.³⁰² In mehreren Arbeiten führte er diffizile Nachweise, dass eine ganze Reihe von Ergebnissen über die Konvergenz von Dirichlet-Reihen nicht weiter verschärft werden können und dass die einfache, die absolute und die gleichmäßige Konvergenzabszisse α, β bzw. γ sowie die Bohr'sche Regulärbeschränktheitsabszisse δ , die den Relationen $-\infty \leq \alpha \leq \gamma \leq \beta \leq \infty$ und $-\infty \leq \delta \leq \gamma$ genügen, alle mit diesen Ungleichungen verträglichen Werte tatsächlich annehmen.³⁰³ Weiterhin schloss er bei der Beantwortung verschiedener Konvergenzfragen offen gebliebene Lücken oder verbesserte bzw. verallgemeinerte die vorliegenden Aussagen, etwa über die Lindelöf'sche μ -Funktion, über das Dirichlet'sche Produkt konvergenter Reihen sowie über die Abel'schen Grenzwert- und die Tauber'schen Umkehrsätze.³⁰⁴ Schließlich sei noch die Beschäftigung mit den Funktionen mehrerer Veränderlicher erwähnt, für die er die Vertauschbarkeit der Differentiationsreihenfolge sowie Interpolationsfragen untersuchte.

Anders als bei den Ordinarien zeigt das Gesamtbild der Privatdozenten und Extraordinarien in der Forschung eine stärkere Bevorzugung spezieller mathematischer Themen. Beziehungen zu naturwissenschaftlichen Disziplinen oder zu aus der Praxis erwachsenen Forderungen wurden kaum reflektiert. Diese Konzentration auf mathematische Spezialgebiete darf als eine Reaktion auf das von den Ordinarien vertretene Forschungsspektrum verstanden werden, in dem vor allem durch Neumann, Herglotz und Lichtenstein Themen der mathematischen Physik im gesamten Zeitraum einen hervorragenden Platz einnahmen. Im Interesse der eigenen Karriere war es für die Privatdozenten sinnvoll sich ein eigenes Untersuchungsfeld zu suchen und dort mit originären Resultaten hervorzutreten. Die mathematische Physik war in diesem Sinne

³⁰² Neder 1920. Potenzreihe einer stetigen Funktion bedeutet «eine Reihe nach ganzen Potenzen von z , die einen Konvergenzradius ≥ 1 besitzt, und deren Summe – erforderlichenfalls nach Ergänzung der Definition in Randpunkten des Einheitskreises – für $|z| \leq 1$ stetig ist in Bezug auf diese Punktmenge.» [Neder 1920], S. 262

³⁰³ Neder 1922b

³⁰⁴ Stellvertretend seien [Neder 1922a], [Neder 1922c], [Neder 1923] und [Neder 1924] genannt.

in Leipzig bereits besetzt. Durch ihre guten und scharfsinnigen Beiträge haben die Privatdozenten und Extraordinarien nicht unwesentlich zur Gestaltung des Forschungsprofils am Mathematischen Institut beitragen und für eine Vielfalt in den mathematischen Themenstellungen gesorgt, die für ein attraktives Erscheinungsbild bei den Naturwissenschaftlern und in der Öffentlichkeit unerlässlich war.

6.7 Die fehlende Astrophysik – das Manko der Astronomie

Abschließend sei noch ein Blick auf das Nachbargebiet der Astronomie geworfen. Der seit 1882 in Leipzig tätige Bruns hat auch in den verbleibenden eineinhalb Jahrzehnten bis zu seinem Tode theoretische Astronomie und angewandte Mathematik engagiert vertreten.³⁰⁵ 1906 erschien auf der Basis seiner im Wintersemester 1898/99 gehaltenen Vorlesung *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmaßlehre* sowie als Ergebnis der über zwei Jahrzehnte lang durchgeführten Forschungen dazu das letzte seiner großen Werke, die gleichnamige Monographie³⁰⁶. Besonders gewürdigt wurde die erstmals in einem Lehrbuch gegebene «mathematisch-analytische Darstellung der Kollektivmaßlehre». Bruns löste dabei das Problem, ein Verfahren für die Analyse der Verteilungsfunktionen der sog. Kollektivreihen anzugeben und insbesondere die Abweichung der jeweiligen realen Verteilung von dem Idealfall zu erfassen. Er führte dabei die nach ihm benannte Reihe ein, welche die Entwicklung einer beliebigen Verteilungsfunktion nach der Normalverteilung und ihren Ableitungen leistet (heute als Gram-Charlier-Reihen vom Typ A bezeichnet). Es gelang Bruns jedoch nicht, die Konvergenzfrage zu klären, und auch die Frage nach der Darstellbarkeit einer Funktion wurde nicht entschieden. Dies und vor allem eine wesentlich einfachere Gestaltung des Verfahrens blieb nachfolgenden Mathematikergenerationen vorbe-

³⁰⁵ Zur Würdigung von Bruns Leistungen in der Zeit von 1882–1905 vgl. [Schlote 2004a], S. 77, 118f.

³⁰⁶ Bruns 1906a. Das Grundobjekt bildete der Kollektiv-Gegenstand bzw. die Kollektivreihe, die Bruns als «eine Vielheit von gleichartigen Dingen, die nach einem veränderlichen Merkmal statistisch geordnet werden kann», definierte. (S. 96) Aufgabe der Kollektivmaßlehre war, eine allgemeine analytische Beschreibung der Kollektiv-Gegenstände aufzufinden und zu analysieren.

halten. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung, die nur etwa ein Drittel des Buches umfasste, gründete er noch klassisch auf die Berechnung relativer Häufigkeiten, ohne sich zu den maßtheoretischen Ansätzen zu äußern. In zwei weiteren Abhandlungen präsentierte Bruns noch 1906 Ergänzungen und Erweiterungen zu seiner Monographie, von denen die Quotenrechnung³⁰⁷ von besonderem Interesse war, da sie geeignet war, «die Massenerscheinungen am Himmel zu berücksichtigen».³⁰⁸



Abbildung 6.13

Heinrich Bruns, Ordinarius für Astronomie in Leipzig 1882–1919

Die Quotenrechnung bezeichnete dabei die von Bruns gesehene gemeinsame Basis von Kollektivmaßlehre und Wahrscheinlichkeitsrechnung, als welche er den Begriff der relativen Häufigkeit ansah, der Name selbst geht auf Bruns' Mitarbeiter Hausdorff zurück.³⁰⁹ Wie schon in seinen früheren Arbeiten schenkte Bruns den praktischen Anwendungen besondere Aufmerksamkeit und konstatierte u. a., dass «vorläufig die mehr summarische Beschreibung zahlreicher gleichartiger Kollektivreihen wichtiger ist, als die penible Untersuchung eines einzelnen K.-G. (Kollektiv-Gegenstand, K.-H. S.)».³¹⁰ Die Physik bzw. einzelne Teilgebiete

³⁰⁷ Bruns 1906b

³⁰⁸ Zinner 1971a

³⁰⁹ Man vergleiche hierzu auch den Abschn. 1 in [Purkert 2006].

³¹⁰ Bruns 1906a, S. 283

te von ihr zählte er zwar nicht zu den Bereichen, die für einen Einsatz der Kollektivmaßlehre als Untersuchungswerkzeug hauptsächlich in Betracht kamen, wohl aber angrenzende Gebiete wie die Psychophysik und Meteorologie. Zwischen 1906 und 1914 betreute er acht Dissertationen zur Anwendung der Kollektivmaßlehre in der Meteorologie, der Astronomie und der sächsischen Uhrenindustrie³¹¹ und hat mit seiner aktiven Gestaltung der wechselseitigen Beziehungen zwischen Mathematik und anderen Disziplinen zweifellos positiv auf die Entwicklung der entsprechenden Relationen zur Physik gewirkt. Den stets wachen Blick für Fragestellungen der Praxis, wie sie etwa bei den Skalen astronomischer Geräte entstehen können, bewies er außerdem in zwei Arbeiten, in denen er sich mit dem Vergleich von Längeneinteilungen bzw. mit der Kreisteilung auseinandersetzte.³¹²

Bruns' Nachfolger Bauschinger war einer der letzten

«Vertreter der ‹klassischen Astronomie› in einer Klarheit, wie sie selten vorliegt, der Forschungsrichtung, die sich nur auf die Bestimmung der Sternpositionen, Bewegungen, Massen beschränkt, lediglich die Newton'sche Mechanik und ihre Folgerungen anwendet mit Außerachtlassung der heute möglichen physikalischen Arbeitsweisen anderer Art ...»³¹³

In diesem Sinne waren folglich von Bauschinger kaum neue Impulse für die Beziehungen zwischen Mathematik und Physik zu erwarten, da nach der Mitte des 19. Jahrhunderts sich keine neuen prinzipiellen Aufgaben in dieser Forschungsrichtung mehr herausgebildet hatten. Sein unbestrittenes Verdienst war, die zur Lösung dieser Aufgaben beschrittenen Wege wiederholt einfacher und effektiver gestaltet zu haben. Nur einmal hat Bauschinger in seiner Leipziger Zeit in einem eigenen Beitrag ein Problem der modernen Physikentwicklung aufgegriffen, als er sich als Astronom zur Festlegung eines Bezugssystems für die astronomischen Bewegungen äußerte. Die schon lange Zeit erkannten logisch-philosophischen Probleme bei der Definition der Bezugssysteme waren um die Wende zum 20. Jahrhundert stärker in das Blickfeld der Physiker gerückt, ein Effekt, der durch die Entwicklung der Relativitätstheorie und der Quantentheorie noch zusätzliche Impulse erhielt und oft

³¹¹ Ich danke Herrn Professor H.-J. Girlich für den Hinweis auf diese Dissertationen.

³¹² Bruns 1912a; Bruns 1912b

³¹³ Hopmann 1934a, S. 299. Vgl. auch [Zinner 1971b], S. 674

als Problematik des Messprozesses diskutiert wurde. Bauschinger nannte zwei prinzipielle Möglichkeiten zur Festlegung eines Inertialsystems, entweder in Bezug auf die bekannten Fixsterne am Himmel oder auf die Bewegung der Planeten des Sonnensystems. Im ersten Fall erhielt man das empirische System, im zweiten Fall das dynamische. Bei der Diskussion des dynamischen Systems schlug er im Gegensatz zu zahlreichen Zeitgenossen vor, das Newton'sche Gesetz so zu ändern, dass das dadurch definierte neue Inertialsystem möglichst «nahe mit dem empirisch bestimmten zusammenfällt». Dieser Ansatz erwies sich aber als wenig tragfähig, denn es gelang nicht, die in den Bewegungen der Planeten und Fixsterne festgestellten Anomalien zu beseitigen, und außerdem traten dann noch Widersprüche zu anderen, bereits vorliegenden Resultaten auf. Er untersuchte dann das mit der Einstein'schen Theorie verbundene System und kam zu dem Ergebnis, dass das «Inertialsystem der Einsteinschen Theorie ... bis auf verschwindend kleine, nur unsicher zu bestimmende Beträge mit dem empirischen Fixsternsystem der Astronomie» zusammenfällt und somit als geeignetes Inertialsystem betrachtet werden darf.³¹⁴

Bauschingers Verhaftetsein in der klassischen Tradition dokumentierte sich auch 1928 bei der Neuedition seines meisterhaften Lehrbuches *Die Bahnbestimmung der Himmelskörper*, das für über zwei Jahrzehnte ein Standardwerk auf diesem Gebiet war. Die Auflage berücksichtigte nicht die neueren Entwicklungen in den Verfahren und in der Methodik, die auf Grund der verbesserten Hilfsmittel (elektrische Maschinen) beträchtlich waren, so dass modernere Lehrbücher Bauschingers Werk dann zunehmend verdrängten.³¹⁵

In der Forschung wurden somit von den Astronomen in dem betrachteten Zeitraum bis 1928 keine neuen Impulse zur Gestaltung der Beziehungen zwischen Mathematik und Physik entwickelt. Die traditionellen Verknüpfungspunkte zur Mathematik wurden gepflegt und wie im Falle der Kollektivmaßlehre um neue ergänzt, doch es fehlte die Brücke zur Physik, die wegen der fehlenden astrophysikalischen Untersuchungen schwer herzustellen war. Die Behebung dieses Mankos,

³¹⁴ Bauschinger 1922, S. 1010

³¹⁵ Bauschinger 1928. Zur Würdigung der Leistungen Bauschingers, insbesondere zu seiner Tätigkeit in Leipzig, sei auf [Hopmann 1934a] und [Ilgauds/Münzel 1995], S. 36–39 verwiesen.



Abbildung 6.14 Die Universitätssternwarte in Leipzig um 1905

das von den Fachvertretern durchaus klar erkannt wurde, scheiterte ab 1914 an den ungünstigen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen.

6.8 Veränderungen in der Rolle der Sächsischen Akademie

Die Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, ab 1919 Sächsische Akademie der Wissenschaften, blieb auch in den Jahrzehnten bis 1927 ein wichtiger Faktor der Wissenschaftsentwicklung. In den genauer betrachteten Fachrichtungen Mathematik, Physik, Astronomie und Geophysik/Meteorologie blieb die bisherige Praxis bestehen, dass die Gelehrten, kurze Zeit nachdem sie auf eine ordentliche Professur an der Leipziger Universität berufen worden waren, auch Mitglied der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften bzw. der Sächsischen Akademie der Wissenschaften wurden. So waren

die Mathematiker Herglotz (1914), Hölder (1899), Koebe (1927), Lichtenstein (1925), Mayer (1877), Neumann (1869), Rohn (1889) und Scheibner (1858), die Astronomen Bruns (1884) und Bauschinger (1920), die Physiker Debye (1928), Des Coudres (1903), Feddersen (1903), von Oettingen (1901) und Wiener (1899) sowie Bjerknes (1913) und Weickmann (1925) als Vertreter der Geophysik/Meteorologie Mitglieder der Akademie. Außerdem wurden die Professoren Hausdorff (1907), Liebmann (1909) und Fischer (1905) in die Gelehrtenengesellschaft aufgenommen. Es muss aber kritisch angemerkt werden, dass nicht immer die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit und das Engagement für die Wissenschaft als Hauptkriterium für die Aufnahme in die Gelehrtenengesellschaft herangezogen wurden. Die um mehrere Jahre verzögerte Aufnahme von Lichtenstein sowie die Beendigung der Mitgliedschaft von Hausdorff und Liebmann nach der Annahme einer Professur außerhalb Sachsens³¹⁶ lassen sich mit wissenschaftlichen Argumenten nicht rechtfertigen.

Besonders schwerwiegend war jedoch die geringe Berücksichtigung der Extraordinarien, da dadurch mehreren aktiven und innovativen Forschern der Zugang zu der Gelehrtenengesellschaft verschlossen blieb und die Gesellschaft sich damit wichtiger geistiger Potentiale bei der Förderung der Wissenschaften beraubte. Bei diesen Untersuchungen wurde dies speziell hinsichtlich der Physik deutlich; weder Marx, Lilienfeld und Schiller noch Karolus wurden als Mitglied in die Gelehrtenengesellschaft gewählt. Es muss einer separaten Analyse vorbehalten bleiben, ob dieses Manko durch die finanzielle Unterstützung verschiedener Forschungen dieser jüngeren Wissenschaftler, wie etwa der Studien Lilienfelds, ausgeglichen werden konnte. Zumindest hat die Sächsische Akademie auf diese Weise im Rahmen ihrer Möglichkeiten wissenschaftsfördernd gewirkt und die Realisierung interessanter Projekte unterstützt. Schließlich muss die anregende Diskussion der vorgetragenen Ideen und Ergebnisse in den Zusammenkünften der Gesellschaft erwähnt werden und darf in ihrer Wirkung nicht unterschätzt werden.

Große Bedeutung kam in der bisherigen Entwicklung den Publikationen der Königlich Sächsischen Gesellschaft/Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu. Obwohl sich die Palette der wissenschaftlichen Zeitschriften immer reichhaltiger gestaltete, wurden die Berichte der

³¹⁶ Gewöhnlich wurden die Gelehrten in solchen Fällen als auswärtiges ordentliches Mitglied geführt.

Gesellschaft, insbesondere von den Mathematikern, gern als Publikationsorgan genutzt. Erst in den Nachkriegsjahren ging der Anteil der mathematischen Artikel an der Gesamtzahl der Artikel (einschließlich der Nekrologe) etwas zurück, blieb aber mit 44,7% für die Jahre 1920–24 und 51,8% für 1925–27 weiterhin dominierend. Für die Zeit vor und während des Ersten Weltkriegs schwankte der Anteil, jeweils für Fünf-Jahres-Abschnitte berechnet, geringfügig um 60%. Für die Zeit bis 1914 stammten über 50% der mathematischen Beiträge von den Leipziger Mathematikern, danach fiel dieser Wert auf 32,3% für die Jahre 1915–1919, 44,1% für 1920–24 und 37,6 für 1925–27. Wie schon in den vorangegangenen Jahrzehnten hatten die *Berichte* der Königlich Sächsischen Gesellschaft/Sächsischen Akademie der Wissenschaften für die an der Universität Leipzig bzw. an der (Königlich Sächsischen) Technischen Hochschule Dresden³¹⁷ tätigen Mathematiker eine große Bedeutung für die rasche Publikation ihre Forschungsergebnisse.³¹⁸

Die Anzahl der Artikel zur Physik einschließlich der Geophysik und Meteorologie machte bis 1914 etwa 20% der Gesamtzahl aus, danach schwankte er um 10%. Wesentlich geringer war der Anteil der astronomischen Arbeiten mit rund 2%, was einen deutlichen Rückgang gegenüber den Jahrzehnten vor der Jahrhundertwende bedeutete. Eine Ursache war der durch die Einbeziehung des Beobachtungsmaterials beträchtliche Umfang der Arbeiten, denn in den Abhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft/Sächsischen Akademie der Wissenschaften waren in dem Zeitraum 1905–27 immerhin 14,3% der Publikationen astronomischen Themen gewidmet und damit zahlreicher als die mathematischen Abhandlungen (11,1%). Die mit Abstand meisten Arbeiten stammten mit 30,1% aus der Physik, wobei allein das Teilgebiet der Geophysik und Meteorologie 7,9% beitrug. Für ausführlichere Darstellungen eines Themas boten beispielsweise die physikalischen Fachzeitschriften viel seltener Gelegenheit als es von den einzelnen Fachvertretern gewünscht wurde. In diesem Zusammenhang muss auch die von Bjerknes begründete und von seinen Nachfolgern fortgesetzte Reihe *Veröffentlichungen des Geophysikalischen Instituts der Universität Leipzig* genannt

³¹⁷ Die Königlich Sächsische Technische Hochschule Dresden wurde 1918 in Technische Hochschule umbenannt.

³¹⁸ Hierzu und für die nachfolgenden Erörterungen sei zum Vergleich auf die Einschätzung für die Zeit 1880–1905 in [Schlote 2004a], S. 119f. verwiesen.

werden. Er schuf damit für sich und vor allem für seine Mitarbeiter die Möglichkeit, die Beobachtungsergebnisse und deren theoretische Bearbeitung und Folgerungen zu publizieren, was sonst sicher nicht in diesem Umfang hätte erfolgen können. Wenn diese Reihe sich auch nicht zu einer international führenden Fachzeitschrift entwickelte, so hat sie doch die Entwicklung des Instituts und dessen Ansehen in den ersten Jahrzehnten gefördert.

7 Leipzigs Sternstunde in der theoretischen Physik und der bittere Niedergang

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die Veränderungen im Personalbestand und im Lehrangebot sowie die verschiedenen Forschungsaktivitäten am Mathematischen bzw. Physikalischen Institut bis 1927 analysiert. Diese Entwicklung soll nun bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs weiterverfolgt werden. Da die durch Weltwirtschaftskrise, nationalsozialistische Diktatur und Zweiten Weltkrieg bestimmten allgemeinen Rahmenbedingungen weitgehend bekannt sind, genügt es, dieselben durch einige Fakten zu charakterisieren. Sachsen war bei dem nach den politischen Unruhen und der Inflation einsetzenden kurzen wirtschaftlichen Aufschwung hinter anderen deutschen Ländern zurückgeblieben. Die Struktur der sächsischen Industrie, in der eine sehr differenzierte verarbeitende Industrie dominierte, genügte nicht den durch Rationalisierung sowie Modernisierung der technologischen Prozesse und der Arbeitsorganisation bestimmten Entwicklungstrends in der Wirtschaft, so dass die sächsischen Betriebe schon im nationalen Konkurrenzkampf an Boden verloren. «Die allgemeine wirtschaftliche Not hat auch in den Jahren der Scheinblüte 1926/28 gerade Sachsen am wenigsten verlassen. Seine Arbeitslosenziffer lag ständig über dem Reichsdurchschnitt.»³¹⁹ Nur wenige singuläre Ausnahmen, wie der Automobilbau oder die Intensivierung der Braunkohleförderung, entsprachen den neuen Anforderungen. Auch die Landwirtschaft blieb weiter führend, konnte aber trotz steigender Erträge die Versorgung der Bevölkerung aus eigener Produktion nicht mehr sichern. Mit Beginn der Weltwirtschaftskrise endete die kurze Zeit des wirtschaftlichen Aufschwungs und der stabilen innenpolitischen Lage und leitete speziell

³¹⁹ Kötzschke/Kretzschmar 1977, S. 401

in Deutschland eine mehrjährige Phase des Produktionsrückgangs, der Agrar- und Finanzkrise sowie sehr hoher Arbeitslosigkeit ein, in deren Verlauf es zur Zahlungsunfähigkeit Deutschlands und zu einer Bankenkrise kam. Sachsens Wirtschaft, in der sich bereits 1928 erste Hinweise auf eine Rezession abzeichneten, wurde von der Weltwirtschaftskrise besonders hart getroffen. Die Umsatzeinbrüche der Unternehmen lagen mit 55% weit über dem Durchschnitt, ebenso die Arbeitslosenzahlen.³²⁰ In ganz Deutschland kam es zu großen sozialen Spannungen, einer starken Zunahme der Anhänger radikaler politischer Anschauungen und zum Abbau der parlamentarischen Demokratie, die schließlich 1933 nach der Machtergreifung Hitlers völlig ausgeschaltet wurde.

Innerhalb weniger Wochen errichteten die nationalsozialistischen Machthaber ihre Diktatur und setzten eine Unterdrückungs- und Vernichtungsmaschinerie in Gang, mit der sie alle ihnen nicht genehmen Personen eliminierten, wobei der auf den Genozid an der jüdischen Bevölkerung abzielende radikale Antisemitismus besonders hervortrat. In der Wirtschaft erfolgte eine Ausrichtung auf Kriegsrüstung. Die Konzentration der Produktion wurde gefördert bzw. durchgesetzt, ihre Rationalisierung besonders unter dem Aspekt der Materialeinsparung vorangetrieben. Sachsen profitierte erst in der zweiten Hälfte der 30er Jahre von der wirtschaftlichen Erholung nach der Krise, als es stärker in die Rüstungsproduktion einbezogen wurde und mehrere Industriezweige, wie chemische Industrie, Hütten- und Gießereiwesen sowie Braunkohleförderung, -verarbeitung und -veredlung, eine besondere Förderung erfuhren. 1939 erreichte die Industrie eine vorläufige Kapazitätsgrenze, die mit gewissen Fehlentwicklungen zwischen einzelnen Industriezweigen und einem hohen technischen und materiellen, z. T. uneffektiven Aufwand erkauft wurde. Nach Kriegsbeginn führte dies, trotz des Einsatzes von Gefangenen und Zwangsarbeitern sowie der Ausbeutung der eroberten Rohstoffquellen, zu zunehmenden Schwierigkeiten, den Bedarf an lebens- bzw. kriegswichtigen Gütern zu decken.

Die Wissenschaften waren in diesen Prozess fest integriert. Obwohl durch die Vertreibung vieler bedeutender Wissenschaftler aus rassistischen und/oder politischen Gründen durch die Nationalsozialisten das wissenschaftliche Potential Deutschlands drastisch geschwächt worden

³²⁰ Groß 2001, S. 265

war,³²¹ gelangen den verbliebenen Gelehrten noch einige wichtige Entdeckungen und technische Neuerungen, die teilweise bis in die Gegenwart wirken. Auf Grund der im internationalen Maßstab zahlenmäßig beträchtlichen Innovationen, die die Zeit vom Beginn der 30er Jahre bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs kennzeichnen, wird auch von einer «Zäsur in der technischen Entwicklung» gesprochen, «bei der sich ... eine neue Qualität von Technik entfaltet hat».³²² Die in dieser Arbeit vorgenommene Unterteilung in der Entwicklung von Mathematik und Physik an der Leipziger Universität steht jedoch mit der oben skizzierten Zäsur in keinem ursächlichen Zusammenhang. Im Fachprofil der Universität wie der anderen sächsischen Hochschulen «zog die nationalsozialistische Machtübernahme keine grundlegenden strukturellen Änderungen» nach sich.³²³

7.1 Veränderungen in den Wissenschaften

Bereits vor der Vertreibung zahlreicher Wissenschaftler aus Deutschland war es zu einer Umgestaltung der internationalen Forschungslandschaft gekommen. Deutschland, Frankreich und Großbritannien gehörten weiterhin zu den führenden Ländern in der mathematisch-physikalischen Forschung, verloren aber ihre absolute Vorrangstellung. Vor allem die USA, aber auch die Sowjetunion verzeichneten einen starken Aufschwung von Forschungspotential und -leistung. In mehreren anderen Ländern entstanden kleinere Gruppierungen und Zentren, die in einzelnen Teilbereichen der Mathematik und Physik erfolgreiche Forschungsarbeit leisteten. Die Vertreibung und Ermordung Tausender Gelehrter sowie die Kriegereignisse führten dann zu drastischen

³²¹ Zur Vertreibung und Emigration deutschsprachiger Wissenschaftler sei neben den klassischen Arbeiten von Pinl und Dick [Pinl 1969], [Pinl/Dick 1974] sowie Beyerchen [Beyerchen 1982] vor allem auf die neueren Darstellungen von Siegmund-Schulze [Siegmund-Schulze 1998], Fischer [Fischer 1991] und Parak [Parak 2004] hingewiesen, die zahlreiche Literaturangaben zu weiterführenden wie zu Detailfragen enthalten.

³²² Braun 1992, S. 14. Braun verweist dabei auf Radar, Strahltriebwerke, Raketentechnik, Computer, Fernsehen und Atombomben sowie auf die Produktion synthetisch hergestellter Ersatzstoffe für Kautschuk, Wolle und Treibstoffe.

³²³ Parak 2004, S. 127. Man vergleiche auch Paraks Analyse der «Organisation des Hochschulwesens im Dritten Reich» insbesondere der Hochschullandschaft Sachsens.

Verschiebungen hinsichtlich des wissenschaftlichen Potentials der einzelnen Länder.

Zu den bemerkenswerten Merkmalen der internationalen Wissenschaftsentwicklung in dem betrachteten Zeitabschnitt gehört die verstärkte Förderung der Wissenschaften durch Militär- und Wirtschaftsgruppierungen und die damit verbundene Einflussnahme auf die Entwicklung der Forschung. Eindrucksvolle Beispiele dafür bildeten in den untersuchten Disziplinen die Projekte zum Bau der Atombombe bzw. der ersten elektromechanischen, frei programmierbaren, programmgesteuerten Rechenmaschine. Die militärischen Aspekte waren dabei besonders markant ausgeprägt. Doch es gibt weitere, weniger spektakuläre Beispiele, so dass man generell in den 30er Jahren von einer Forcierung der Anwendung der Mathematik und der Naturwissenschaften in der Praxis sprechen kann, wobei die mathematische Praxis die Natur- und Wirtschaftswissenschaften einschließt.

Die Weltwirtschaftskrise hatte, neben der Aufdeckung von Mängeln im ökonomischen Gefüge, an mehreren Stellen den Naturwissenschaften und der Mathematik durch die Suche nach verbesserten Verfahren und Methoden zusätzliche Impulse verliehen. Die Entstehung der (linearen) Optimierung, um volkswirtschaftliche Aufgaben zur Planung und Organisation der Produktion zu lösen, ist hier ebenso zu nennen wie die Begründung der Spieltheorie und der Einsatz wahrscheinlichkeitstheoretischer und statistischer Methoden. Kolmogorov gelang 1933 ein axiomatischer maßtheoretischer Aufbau der Wahrscheinlichkeitsrechnung unter Einschluss der Theorie stochastischer Prozesse. Etwa zur gleichen Zeit begründete Chinčhin eine fruchtbare Verbindung zwischen Wahrscheinlichkeitsrechnung und Ergodentheorie. Außerdem erzielte er weitere wichtige Einsichten in die Theorie der stochastischen Prozesse, die in den folgenden Jahren durch Joseph L. Doob (1910–2004), Norbert Wiener (1894–1964), Kolmogorov u. a. um wesentliche neue Ergebnisse bereichert wurde. Stellvertretend seien noch Wiener mit der Beschreibung des sog. mehrdimensionalen Wiener-Prozesses, Paul Lévy (1886–1971) mit ersten Resultaten über Martingale und Jerzy Neymann (1894–1981) mit wichtigen Beiträgen zur Grundlegung der Mathematischen Statistik als markante Leistungen aus dieser stürmischen Entwicklungsphase der Wahrscheinlichkeitsrechnung genannt. Die Mehrzahl der Arbeiten entstanden zwar aus einem theoretischen,

der inneren Dynamik des Fachgebietes folgenden Interesse und waren keine Reaktion auf ein konkretes Anwendungsproblem, doch soll nicht verkannt werden, dass z. B. Hopf die maßtheoretische Untersuchung der Ergodentheorie in seinem 1937 publizierten Buch bereits in Verbindung mit dem Turbulenzproblem gesehen hat.³²⁴

Zu den hervorstechendsten Charakteristika der Mathematikentwicklung der 30er Jahre gehörte zweifellos, dass es für die im Anfangskapitel skizzierten, seit dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts spürbaren Tendenzen zu einem Abschluss im Sinne einer Konsolidierung kam, diese auf dem erreichten hohen Niveau ihre volle Wirksamkeit entfalteten und ihre Entwicklung fortsetzten. Die neue abstrakte Algebra erhielt 1930/31 durch Bartel Leendert van der Waerden (1903 – 1996) eine erste Zusammenfassung und ließ bei der Anwendung in Geometrie und Zahlentheorie die ganze Kraft der neuen Auffassung spüren. Zugleich war sie ein wichtiger Bestandteil beim Siegeszug der axiomatischen Methode, die in viele mathematische Bereiche Einzug hielt.

In der Funktionalanalysis wurde für wichtige Typen topologischer Räume, z. B. normierter, metrischer, lokalkonvexer und Hilbert-Raum, eine axiomatische Definition formuliert und ein systematischer Aufbau der jeweiligen Theorie vorgenommen. Als sehr wirkungsvoll erwies sich auch die Übertragung algebraischer Erkenntnisse auf diese Räume und die auf ihnen definierten Operatoren, was u. a. zur Einführung der Operatorenalgebren führte. Außerdem wurden mehrere herausragende, für Anwendungsfragen besonders wichtige Einzelresultate über die Existenz von Fixpunkten, die Fortsetzung von Funktionalen u. ä. bewiesen. Auf dieser Basis entstand dann die Theorie der schwachen Lösungen und der Distributionen, durch die ab Mitte der 30er Jahre ein völlig neues Kapitel in der Theorie der Differentialgleichungen aufgeschlagen wurde. Für zahlreiche Fälle von Differentialgleichungen, die bisher keine Behandlung erfahren hatten, erhielt man wichtige Einsichten in die Lösungsstruktur. Hierzu zählen auch die Ausdehnung der Potentialtheorie auf n -dimensionale Riemann'sche Mannigfaltigkeiten und die Analyse zum Auftreten von sog. Lacunen. Von den in Hinblick auf die Physik wichtigen Entwicklungen seien noch der Aufbau einer Variationsrechnung im Großen, die Herausbildung der Verbandstheo-

³²⁴ Hopf 1937b, S. III

rie und die weiteren Fortschritte in der Differentialgeometrie und der Theorie der Differentialformen mit dem modernen Begriff der äußeren Differentialform genannt.

Wenn auf die Fortschritte in anderen Teilgebieten der Mathematik, wie Mengenlehre, Logik, Zahlentheorie, Analysis, Funktionentheorie und algebraische Topologie, nicht näher eingegangen wird, so muss doch betont werden, dass in diesen Gebieten große Fortschritte und teilweise spektakuläre Ergebnisse erzielt wurden, die gleichermaßen zur Entwicklung der Mathematik beitrugen und das Bild der Mathematik prägten. So manches Resultat bildete später einen Bestandteil jener Basis, auf der neue Beziehungen zu physikalischen Anwendungen geknüpft wurden. Die Skizze der Mathematikentwicklung wäre jedoch ohne die folgenden zwei Aspekte unvollständig. Zum einen müssen noch all jene Bemühungen hervorgehoben werden, die die Grundlage für den Bau der elektronischen Rechenmaschinen darstellten, da damit der Ausgangspunkt für Forschungen geschaffen wurde, die in den folgenden Jahrzehnten die Mathematik nachhaltig beeinflusst haben. Gleiches gilt zum anderen für die Ideen und Bestrebungen der Bourbaki-Gruppe.³²⁵ Ausgehend von der Auffassung der Mathematik als Strukturmathematik, als ein hierarchisch geordnetes System von Strukturen, wollten diese Mathematiker einen modernen Aufbau der gesamten Mathematik geben. Sie arbeiteten die algebraischen, topologischen und Ordnungsstrukturen als die logisch einfachsten, sog. Mutterstrukturen heraus, aus denen die einzelnen Teilgebiete der Mathematik rein deduktiv, logisch exakt abgeleitet werden sollten.³²⁶ Ab 1939 erschienen die gemeinsam erarbeiteten, einzelnen Bände der *Eléments de Mathématique*, die jeweils ein Teilgebiet der Mathematik behandelten. Obwohl es nicht gelang, das

³²⁵ Nicolas Bourbaki war das Pseudonym einer Gruppe junger französischer Mathematiker, die sich etwa um 1934 bildete und sich zunächst das Ziel stellte, die Rückstände in der mathematischen Forschung in Frankreich zu beseitigen, und zu diesem Zweck ein modernes, für Studenten und Forscher gleichermaßen brauchbares Lehrbuch der Analysis verfassen wollte. Zu den Gründungsmitgliedern von Bourbaki gehören u. a. Henri Cartan (geb. 1904), Claude Chevalley (1909 – 1984), Jean Delsarte (1903 – 1968), Jean Dieudonné (1906 – 1994), Charles Ehresmann (1905 – 1979), Szolem Mandelbrojt (1899 – 1983) und André Weil (1906 – 1998). Für die frühe Geschichte der Bourbaki-Gruppe sei auf [Beaulieu 1994] und [Mashaal 2006] verwiesen.

³²⁶ Eine detaillierte Analyse des Strukturkonzepts und speziell der Rolle der Bourbaki-Gruppe wurde von L. Corry in [Corry 1996] vorgenommen.

Programm, die gesamte Mathematik in dieser sehr abstrakten Form darzustellen, zu verwirklichen, wurde eine ganze Mathematikergeneration von den Ideen Bourbakis geprägt und mehrere der Bourbaki-Bücher wurden Standardwerke für das jeweilige Teilgebiet.

Die Physikentwicklung jener Zeit ist, nicht nur wegen des Schattens, den der Bau und der Einsatz der Atombombe darauf wirft, durch die Atom- und Quantenphysik geprägt. Die moderne Quantentheorie, die «Physik der Zwanzigjährigen», kam zur vollen Entfaltung und ließ zugleich Zeit, um das kritische Hinterfragen des ganzen Tuns weiter voranzutreiben. Im raschen Vorwärtsschreiten hatten die Quantentheoretiker einen sehr abstrakten mathematischen Formalismus geschaffen, ohne die Frage zu beantworten, wie die verschiedenen Schritte und Ergebnisse zu interpretieren sind. Dies musste in völliger Umkehr der bisher üblichen Vorgehensweise im Nachhinein geschehen und möglichst ohne auf die früheren anschaulichen Modellvorstellungen zurückzugehen. Die von Born und N. Wiener 1926 gegebene statistische Deutung der Zustandsfunktion führte zu einer grundsätzlichen, über den Rahmen der Physik hinausgehenden Diskussion über Determinismus und Kausalität bei Naturvorgängen. Doch die Theorie drängte unbeirrt vorwärts. Paul Dirac und John von Neumann (1903–1957) lieferten 1927 eine Operatorenarstellung bzw. eine mathematische Begründung der Quantenmechanik mit Operatoren im Hilbert-Raum und ein Jahr später leitete Ersterer die relativistisch invariante Gleichung für das Elektron ab, aus der er insbesondere die Existenz positiv geladener Elektronen, auch als Antielektronen bezeichnet, folgerte. Die Aufsehen erregende Hypothese wurde 1932 mit der Entdeckung des Positrons bestätigt. Auf quantenmechanischer Grundlage wurden eine ganze Reihe von Effekten, etwa der Tunneleffekt, der Alpha-Zerfall und der Raman-Effekt, erklärt und Theorien, wie die Theorie des Ferromagnetismus und das Bändermodell für den Festkörper, aufgebaut. Gleichzeitig studierten die Physiker die Quantisierung von Feldern und begannen mit dem Aufbau der Quantenelektrodynamik. Die Quantenmechanik bildete somit ein Forschungsgebiet, das sich durch eine hohe innere Dynamik und eine große, aus vielfältigen Anwendungen in mehreren anderen Teilbereichen der Physik resultierende Breite auszeichnete und Anfang der 30er Jahre soweit entwickelt und gefestigt war, dass es gleichberechtigt als neue Disziplin neben die klassischen Zweige der Physik trat.

In diesen Jahren, genauer 1932, rückte durch Chadwicks Entdeckung des Neutrons die Kernphysik in den Mittelpunkt des Interesses. Damit erhielt auch die Theorie der Elementarteilchen einen kräftigen Impuls, der durch die Entdeckung des Positrons und Fermis Theorie des Beta-Zerfalls mit der Annahme des Neutrinos als neuem Elementarteilchen verstärkt wurde. Da Fermis Theorie zugleich die These bestätigte, dass der Atomkern keine Elektronen enthält, erforderte die Frage nach dem Aufbau des Atomkerns eine neue Antwort. Beiträge zur Beantwortung lieferten u. a. 1935 Carl Friedrich von Weizsäcker (1912–2007) mit einer Formel für die Bindungsenergie der Atomkerne, Hideki Yukawa (1907–1981) mit einer Theorie der Kernkräfte und 1936 Bohr mit dem Tröpfchenmodell und der Theorie der Compound-Kerne zur Erklärung von Kernreaktionen. Bereits zuvor hatten Jean (1900–1958) und Irène Joliot-Curie (1897–1956) durch die Entdeckung der künstlichen Radioaktivität die Kenntnisse über Kernreaktionen um wichtige Fakten erweitert. Außerdem verbesserten sich Anfang der 30er Jahre durch den Bau der ersten Teilchenbeschleuniger auch die experimentellen Möglichkeiten zum Studium von Kernreaktionen. Eine Kernspaltung hielten die Physiker aber aus theoretischen Überlegungen heraus für unmöglich, deshalb fiel diese entscheidende Entdeckung den Chemikern Otto Hahn (1879–1968) und Fritz Straßmann (1902–1980) sowie der mit ihnen zusammenarbeitenden Physikerin Lise Meitner zu, die eine erste theoretische Erklärung des Vorgangs lieferte. Einmal mit der Durchführbarkeit einer Kernspaltung konfrontiert, bestätigten die Physiker in den wichtigsten Kernforschungslaboratorien der Welt das Ergebnis und klärten den Vorgang weiter auf. Damit begann jene folgenschwere Entwicklung, die bis zum Bau und Einsatz der ersten Atombomben führte.

Die anderen Teilgebiete der Physik traten gegenüber den eben dargelegten Forschungen in den Hintergrund, doch wurden auch hier wichtige Resultate erzielt. Die weiteren Fortschritte bei der Aufklärung der Festkörperstruktur, die Entdeckung und Untersuchung der Supraleitung und Suprafluidität, die Aufklärung von Halbleitereigenschaften, die Entschlüsselung optischer bzw. optoelektronischer Effekte, die Anfänge der Plasmaphysik, die Suche nach einer einheitlichen Feldtheorie und die theoretische Ableitung von Gravitationswellen im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie, die Diskussion um und die Neuformulierung des dritten Prinzips der Thermodynamik und vieles mehr wären

zu nennen. Die physikalischen Forschungen erreichten eine bisher nicht gekannte Vielfalt und Breite und ruhten auf einer umfangreicheren theoretischen Basis als dies noch am Ende des 19. Jahrhunderts der Fall war. Dies erforderte, wie es sich bei der Relativitätstheorie bzw. der Quantenmechanik andeutete, zugleich eine stärkere Einbeziehung mathematischer Kenntnisse.

Angesichts der zunehmenden Spezialisierung in Mathematik und Physik konnten an einer Universität auch nicht annähernd alle Teilgebiete dieser Disziplinen repräsentiert sein. Es kam vielmehr darauf an, durch eine geschickte Auswahl der Forschungsschwerpunkte einerseits ein für die Studenten attraktives Spektrum zu offerieren und andererseits die Möglichkeit zu einer eigenen erfolgreichen Forschung der einzelnen Lehrstuhlinhaber zu schaffen und dabei eine effektive Kooperation bzw. Zusammenarbeit zwischen den an den einzelnen Lehrstühlen entstandenen Gruppen nicht aus dem Blick zu verlieren. Durch die gleichzeitige Neubesetzung der Lehrstühle für Physik war eine solche günstige Situation an dem Leipziger Physikalischen Institut entstanden, dessen Entwicklung im Folgenden weiterverfolgt werden soll.

7.2 Die Profilierung des Physikalischen Instituts als Zentrum der theoretischen Physik

Mit dem Amtsantritt von Debye und Heisenberg zum Wintersemester 1927/28 waren die wichtigsten Positionen am Physikalischen Institut mit hervorragenden Gelehrten besetzt worden, gleichzeitig hatte sich eine Konzentration und grundlegende Neuausrichtung der künftigen Forschungsarbeiten auf die Quantenmechanik und deren Anwendung in der Atom-, Molekül- und Festkörperphysik ergeben. Die Umgestaltung des Instituts stand aber noch bevor. Speziell Heisenberg drängte, die für 1928 geplante Renovierung im Theoretisch-Physikalischen Institut früher durchzuführen. Als Zugeständnis für die Ablehnung einer Berufung als Research-Professor an die Universität Princeton erreichte er im Ministerium im Dezember 1927, dass einige Räume bereits in den Weihnachtsferien hergerichtet wurden, eine Putzfrau für das Institut und für sich angestellt und eine rasche Regelung getroffen wurde, um

eine Wohnung im Institutsgebäude mietfrei beziehen zu können. Debye war es in den Berufungsverhandlungen gelungen, für seine zwei Züricher Assistenten Heinrich Sack (1903 – 1972) und Hans Falkenhagen (1895 – 1971) durch eine Anstellung bzw. die Beantragung eines Stipendiums eine Perspektive in Leipzig zu eröffnen. Auch Heisenberg mühte sich um den Aufbau einer Forschungsgruppe; durch Vermittlung von Sommerfeld kam Guido Beck (1903 – 1988) nach Leipzig und wurde ab April 1928 Heisenbergs Assistent. Außerdem veranlasste Sommerfeld einige Studenten, einen Teil ihres Studiums bei Heisenberg zu absolvieren. Für Felix Bloch (1905 – 1983), der mit Debye aus Zürich gekommen war und nun seine Studien bei Heisenberg fortsetzen wollte, erreichten die beiden Ordinarien in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der Fakultät, dass dessen Antrag, die vier, an der ETH absolvierten Semester anzuerkennen, «als ganz vereinzelter Ausnahmefall» beim Ministerium befürwortet wurde.³²⁷ Doch nicht nur die Neuformierung der Assistenten erforderte die Aufmerksamkeit der beiden Ordinarien.

Am 18. November 1927 teilte Wentzel dem Dekan mit, dass er einen Ruf als ordentlicher Professor für theoretische Physik an die Nachbaruniversität Halle erhalten habe. Das in den Grundzügen von Heisenberg und Debye entworfene Schreiben an das Dresdener Ministerium enthielt neben einer Anerkennung der Leistungen Wentzels und dem dringenden Wunsch, Wentzel für Leipzig zu erhalten, zugleich einen deutlichen Hinweis auf die angestrebte Entwicklung in der theoretischen Physik:

«Wentzel's wissenschaftliches Arbeitsgebiet ist das gleiche wie das des Leiters des Instituts für theoretische Physik, Professor Dr. Heisenberg. Damit ist für Leipzig die geradezu einzigartige Möglichkeit gegeben, die neue Richtung der Physik intensiver zu betreiben, als es an vielen anderen Stellen möglich ist und eine Schule der Atomphysik zu begründen, zumal zwischen den Professoren Heisenberg und Wentzel auch in persönlicher Beziehung ein höchst gedeihliches Zusammenarbeiten zu erwarten stünde.»³²⁸

Unerwähnt blieb jedoch der Vorschlag, Wentzel zum persönlichen Ordinarius zu ernennen, den die zur Vorbereitung dieses Schreibens gebildete Kommission vorgelegt hatte. Erst als Wentzel in den Verhandlungen mit dem Minister seine Ernennung zum persönlichen Ordinarius als eine

³²⁷ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VII 1919 – 1928, Bl. 348f.

³²⁸ UAL, PA 1051, Bl. 17f.

Bedingung für eine Ablehnung des Hallenser Angebots stellte, stimmte die Philosophische Fakultät wegen «der außergewöhnlichen Umstände» zu. Am 17. April 1928 teilte das Ministerium die Ernennung Wentzels mit. Als jedoch Wentzel zwei Monate später das Angebot erhielt, als Ordinarius für theoretische Physik an die ETH Zürich zu gehen, war das Ministerium nicht in der Lage, eine nochmalige Verbesserung der Leipziger Stelle vorzunehmen. Es blieb der Fakultät zwar freigestellt, unter dieser Prämisse weitere Verhandlungen zu führen, doch waren die von vornherein aussichtslos und Wentzel erhielt im Oktober die erbetene Entlassung aus dem Lehramt.

Nachdem die für die Wiederbesetzung des Extraordinariats für mathematische Physik gebildete Kommission eine vorläufige Kandidatenliste mit Friedrich Hund (Universität Rostock), Eugene Wigner (1902–1995) (TH Berlin-Charlottenburg) und Walter Gordon (1893–1939) (Universität Hamburg) aufgestellt hatte, wies der Dekan der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung die außerordentlichen Professoren am Physikalischen Institut auf ihr Recht hin, sich zu dem Verfahren zu äußern. Damit erhielten die Extraordinarien zwar ein gewisses Mitspracherecht, der gewaltige Unterschied zu den Ordinarien in Status und Einfluss blieb aber unverkennbar.

Marx kritisierte in seinem Antwortschreiben, dass die planmäßigen Extraordinarien nicht zu den Beratungen herangezogen wurden, «durch die Zusammensetzung der Commission das Interesse der hiesigen Physik nicht gewahrt ist» und dadurch eine «directe und indirecte Schädigung der Universität» vorliegt. Dieser Missstand sollte, dem Beispiel Preußens folgend, beseitigt werden.³²⁹ An Stelle von Wigner, den er als Mathematiker charakterisierte, schlug er Erich Hückel (1896–1980) und Walter Heitler (1904–1981) vor, die beide durchaus der Konzentration auf die neue Forschungsrichtung entsprachen. Marx ging es also vor allem um eine Abgrenzung zur Mathematik, damit die Stelle nicht «den Mathematikern ausgeliefert wird».³³⁰ Schiller präsentierte eine völlig neue Kandidatenliste und begründete seine Ablehnung der ursprünglichen Kandidaten damit, «dass die Atomphysik (einschl. Quantenphysik) in Leipzig . . . ausreichend besetzt ist». «Was fehlt, ist ein mathematisch durchgebildeter Physiker, dessen Arbeitsrichtung und Neigung der

³²⁹ UAL, PA 6, Bl. 11

³³⁰ UAL, PA 6, Bl. 11

klassischen Physik zugehören.»³³¹ Während Marx die eingeschlagene Profilierung des Instituts mit seinen Vorschlägen nicht in Frage stellte, deutete sich bei Schiller eine stärkere Abneigung an. Ob die anderen Extraordinarien ebenfalls von ihrem Mitspracherecht Gebrauch machten, konnte nicht ermittelt werden, es wurden keine Briefe bzw. Hinweise darauf gefunden. Nach weiteren Diskussionen in der Kommission und in der Fakultät wurden Hund, Wigner und Gordon in dieser Reihenfolge dem Ministerium zur Berufung vorgeschlagen. Alle drei konnten bereits beachtliche Ergebnisse vorweisen, doch nur Hund hatte bisher eine Professur erlangen können. Gleichzeitig unterstrich die Fakultät ihr Festhalten an den gewählten Zielstellungen:

«Es scheint nicht förderlich, das Institut für Theoretische Physik durch Vielseitigkeit zu zersplittern; vielmehr soll die Professur durch einen Physiker besetzt werden, der, wie der bisherige Inhaber der Stelle, die Atomphysik durch wertvolle Arbeiten bereichert hat. Es erscheint eben eine Verstärkung derjenigen Richtung der modernen theoretischen Physik wünschenswert, die den neuen Naturgesetzen nachspürt und diese mathematisch formuliert, und die sich nicht begnügt mit einer mathematischen Verwertung der bisher bekannten Grundgesetze. Es ist einleuchtend, daß ein auf dem Gebiete der Atomphysik erfolgreicher Forscher die klassische Physik beherrschen muß.»³³²

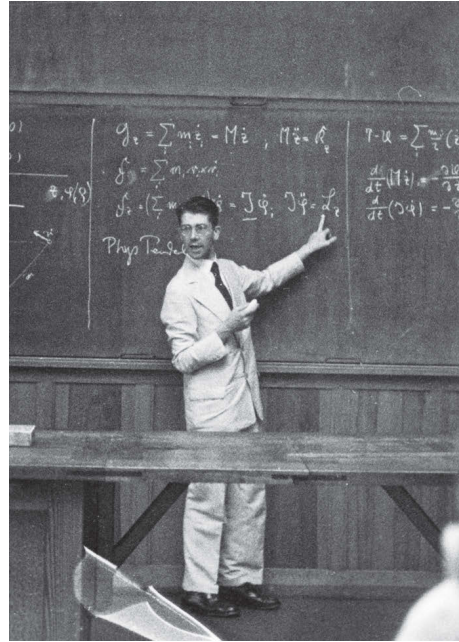
Am 5. März 1929 konnte das Ministerium der Fakultät die Berufung von Hund zum 1. April mitteilen, doch würde er wegen eines Aufenthalts an der Harvard-Universität die Stelle erst am 1. Juni antreten.³³³ Hund hatte bereits in Rostock ein persönliches Ordinariat inne, so dass es nicht verwundert, dass er ein solches auch in Leipzig einnahm.

Da Hund von 1922 bis 1927 in Göttingen aktiv an der Entwicklung der Quantenmechanik speziell hinsichtlich der Anwendung auf Atom- und Molekülspektren beteiligt war und aus dieser Zeit eine Bekanntschaft und ein enges persönliches Verhältnis zu Heisenberg bestand, bewirkte die Berufung von Hund eine weitere Stärkung des Leipziger Physikalischen Instituts als neues Zentrum der Atomphysik. Leipzig trat neben

³³¹ UAL, PA 6, Bl. 12

³³² UAL, PA 6, Bl. 34f.

³³³ Hund musste sogar auf Anordnung von Heisenberg seine USA-Reise abbrechen, um in Leipzig die Vertretung von dessen Vorlesung zu übernehmen. [Cassidy 1995], S. 335; UAL, PA 6, Bl. 45

**Abbildung 7.1**

Friedrich Hund, Professor für mathematische Physik in Leipzig 1929–1943 bzw. für theoretische Physik 1944–1945

die bereits etablierten Zentren Kopenhagen, Göttingen, München und Zürich, wobei die Kontakte nach Kopenhagen und Zürich wegen der persönlichen Beziehungen besonders eng waren. Die wiedergewonnene Attraktivität der Leipziger Physik schlug sich sofort in den Studentenzahlen nieder. Bereits im Wintersemester 1927/28 hatte sich die Anzahl der Physikstudenten gegenüber dem Tiefststand ein Jahr zuvor mehr als verdoppelt und etwa wieder das Durchschnittsniveau der Nachkriegsjahre erreicht. In den folgenden Jahren stieg die Zahl weiter an und hatte sich bis zum Sommersemester 1930 mit über 120 Studierenden nochmals verdreifacht.³³⁴ Im Sommersemester 1928 fanden erstmals die von Debye organisierten, später weltberühmten «Leipziger Vortragswochen» statt, für deren Durchführung er dem Ministerium in den Berufungsverhandlungen die Zusage zu einer finanziellen Unterstützung abgerungen

³³⁴ Gemäß den Angaben in den *Vierteljahresheften zur Statistik des Deutschen Reiches* waren im Wintersemester 1927/28 41 Studierende der Physik in Leipzig eingeschrieben, in den darauffolgenden Wintersemestern bis 1932/33 dann 85, 109, 123, 109 bzw. 97 Studierende. Im gleichen Zeitraum hat sich die Gesamtzahl der Physikstudierenden an den deutschen Universitäten von 1007 (1927/28) auf 1562 (1932/33) erhöht und war zwischenzeitlich noch höher.

hatte. Es gelang Debye und seinen Kollegen führende Gelehrte für die Vorträge in Leipzig zu gewinnen. Gleich im ersten Jahr waren dies u. a. Dirac, Arnold Eucken (1884 – 1950), Enrico Fermi (1901 – 1954), Kossel und Fritz London (1900 – 1954). Die Vorträge boten den Mitarbeitern des Physikalischen Instituts wie auch den begabten Studenten die Möglichkeit, eine Fülle von Informationen zu verschiedenen Forschungsthemen zu erhalten und an der Diskussion der aktuellen Ergebnisse teilzuhaben, ein Umstand, der das anregende wissenschaftliche Klima weiter förderte. Dazu trug außerdem die rasche Publikation der Vorträge in jeweils einem Sammelband bei, der von Falkenhagen (1928) bzw. Debye (ab 1929) herausgegeben wurde. Bei den späteren Zusammenkünften gehörten dann bereits die ersten Promovenden aus der Leipziger Schule zu den Vortragenden. Bis 1933 fanden die Vortragswochen insgesamt fünf Mal statt. Die Titel der Sammelbände, die zugleich das Hauptthema der jeweiligen Veranstaltung charakterisierten, lauteten: *Quantentheorie und Chemie* (1928), *Dipolmoment und chemische Struktur* (1929), *Elektronen-Interferenzen* (1930), *Molekülstruktur* (1931) und *Magnetismus* (1933). Ein weiteres Zeichen des Aufschwungs Leipzigs in der Physik war die Zunahme der physikalischen Dissertationen, nach Windsch/Franke entstanden bis zum Beginn des Zweiten Weltkriegs durchschnittlich acht Dissertationen pro Jahr, was im Einzelfall mehr als ein Drittel der an der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung eingereichten Arbeiten ausmachte.³³⁵ So wie Ergebnisse dieser Arbeiten in die «Vortragswochen» einfließen, dürften die Promovenden zuvor zahlreiche Anregungen aus den Vorträgen und Diskussionen dieser «Wochen» gezogen haben.

Trotz der schwierigen Rahmenbedingungen blühte die physikalische Forschung am Leipziger Institut für ein halbes Dezennium und konnte sich weitgehend ungestört entwickeln.³³⁶ Die Gruppen um Debye bzw. Heisenberg und Hund verkörperten jeweils auf ihrem Arbeitsgebiet

³³⁵ Windsch/Franke 1985, S. 32

³³⁶ Zu den schwierigen Rahmenbedingungen gehörten die angespannte Finanzsituation (vgl. Schreiben Debyes an das Sächsische Ministerium für Volksbildung vom 25.1.1930, SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung, Nr. 10230/27, Bl. 23 – 26) und die der wachsenden Studentenzahl nicht genügenden Praktikumsseinrichtungen (Bericht Debyes vom 27. 2.1931 an das Ministerium über eine Beschwerde der Studenten, SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung Nr. 10230/27, Bl. 39 – 41).

internationales Spitzenniveau, ihre Leiter erkannten rechtzeitig neue Untersuchungsrichtungen und verstanden es, diese in das eigene Forschungsprogramm zu integrieren und entsprechend zu fördern. Beide Gruppen verfügten über gute internationale Kontakte. Getrübt wurde dieses Bild durch die Unzufriedenheit der technischen Abteilungen, die auf Grund der Konzentration auf die Molekül- bzw. Quantenphysik nicht mehr die Förderung erfuhren wie unter dem Direktorat Wiener und Des Coudres. Als sich Debye im Spätsommer und Herbst 1932 für eine längere Reise an die Columbia Universität New York, die Universität von Kalifornien in Berkeley und die Universität von Cambridge (England) beurlauben ließ und Hund die Leitung des Physikalischen Instituts übertragen werden sollte, protestierten die Vorstände der technischen Abteilungen, Karolus, Marx und Schiller, in einem Brief an die mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung. Da Hund weder ein Vertreter der Experimentalphysik noch ein Institutsdirektor sei, sahen sie keine sachliche Rechtfertigung, ihn mit der Vertretung von Debye zu beauftragen. Ein solches Vorgehen würde die Situation nur noch verschärfen. Der Dekan der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung ließ den Einspruch unberücksichtigt und reichte die Vorschläge Debyes zur Bestätigung im Ministerium ein.³³⁷

Im Frühjahr des gleichen Jahres hatte Heisenberg die Einstellung von Bloch als Nachfolger von Beck, dessen Assistentenstelle nicht mehr verlängert werden konnte, durchgesetzt. Da Bloch Schweizer war, hielt Heisenberg eine ausführliche Begründung für notwendig, in der er u. a. vermerkte:

«Dr. F. Bloch ist einer der tüchtigsten, vielleicht der tüchtigste Physiker der jüngeren Generation in Europa. Es ist nicht möglich, einen Deutschen für die Stelle zu gewinnen, der annähernd ebenso gut ist.»³³⁸

Außerdem konnte er auf das laufende Habilitationsverfahren Blochs und die in diesem Zusammenhang erfolgte Diskussion über die Zulassung von Ausländern zur Habilitation hinweisen. Nachdem das Dresdener Ministerium am 29. Oktober 1931 die Zulassung von Bloch zu den Habilitationsleistungen unter Erteilung der erbetenen Befreiungen

³³⁷ UAL, PA 398, Bl. 55–57

³³⁸ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung, Nr. 10147/32, Bl. 124v

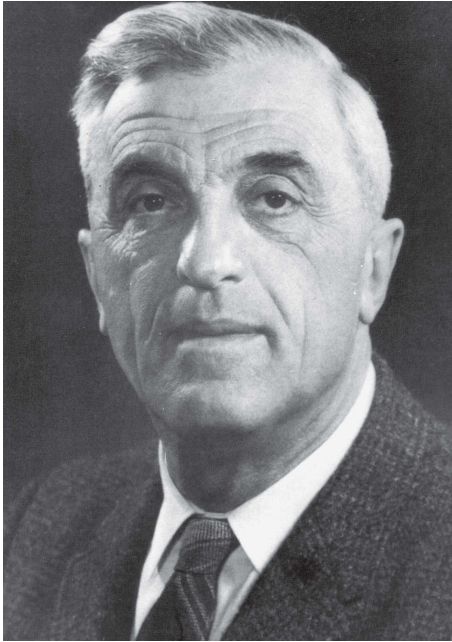


Abbildung 7.2

Felix Bloch; Heisenbergs erster Doktorand in Leipzig

genehmigt hatte, erklärte die aus Heisenberg, Debye, Hund, Marx, Hopmann, Koebe und dem Dekan Wilhelm Volz (1870 – 1958) bestehende Habilitationskommission vermutlich auf Veranlassung von Koebe bezüglich des Ausländerstatus des Kandidaten, dass bei der Habilitation von Ausländern Zurückhaltung zu üben sei.

«Voraussetzung für eine Habilitation trotzdem muß eine außergewöhnliche wissenschaftliche Eignung sowie eine in das deutsche Volkstum sich einpassende Persönlichkeit ... sowie ein Bedürfnis für den Leipziger wissenschaftlichen Lehrbetrieb sein.

Für Herrn Bloch treffen alle diese Voraussetzungen zu ... »³³⁹

Am 30. Januar 1932 wurde das Verfahren erfolgreich abgeschlossen und Bloch die *Venia Legendi* für theoretische Physik erteilt. Angesichts der ein Jahr später mit der Machtergreifung der Nationalsozialisten einsetzenden Repressalien war diese Diskussion nur ein leichter, wenn auch unheilvoller Vorgeschmack.

Spätestens im April 1933, nach dem Erlass des berüchtigten Gesetzes zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums am 7. April, begann

³³⁹ UAL, PA 323, Bl. 14

für Heisenberg der Kampf um den Erhalt seines und des gesamten Physikalischen Instituts. Zu den ersten von dem Gesetz betroffenen zählten Bloch, Sack und Marx. Die beiden Ersteren waren nach den Semesterferien in ihrer Schweizer Heimat geblieben und wollten dort die weitere Entwicklung abwarten. Noch Mitte Mai 1933 scheint Heisenberg geglaubt zu haben, Bloch in Leipzig halten zu können. Am 16. Mai bat er in einem Brief an Ministerialrat Seydewitz, Bloch für ein Jahr zu beurlauben und dessen Stelle zunächst dem Studenten Carl Friedrich von Weizsäcker übertragen zu dürfen. Für das Wintersemester nannte er Hans Bethe (1906–2005) als einzig mögliche Vertretung für Bloch, obwohl die Eltern von Bethes Mutter teilweise jüdischer Abstammung waren.

«Sollte das Ministerium sich nicht entschließen können, H. Bethe mit der Vertretung Blochs zu betrauen, so wird man bei der Suche nach Physikern in die nächsttiefere Klasse heruntersteigen müssen, was für mein Institut einen erheblichen Schaden bedeuten würde.»³⁴⁰

Das Ministerium genehmigte Blochs Beurlaubung und die Anstellung von Weizsäckers, die Vergabe der Stelle an Bethe lehnte es ab. Wenige Tage später drängte ein eifriger Hilfsreferent im Ministerium darauf, die Juden Bloch, Sack und Marx aus dem Physikalischen Institut zu entfernen.³⁴¹ Da Bloch und Sack Schweizer Staatsbürger waren, lag dem Minister daran, dass die Betroffenen selbst ihre Anstellung aufgaben und im Falle Blochs auf die *Venia Legendi* verzichteten, so dass größeres Aufsehen vermieden wurde. Heisenberg wurde in mehreren Schreiben aufgefordert, entsprechend auf Bloch einzuwirken. Inzwischen war es Bloch gelungen, seine nähere berufliche Zukunft zu sichern, und er teilte der Philosophischen Fakultät am 13. August mit, er habe seine Privatdozententätigkeit an der Universität aufgegeben und «nicht die Absicht unter den gegenwärtigen politischen Verhältnissen eine solche oder ähnliche Stellung an irgendeiner deutschen Hochschule wieder anzunehmen.» Mit der Nennung seiner künftigen Wirkungsstätten Paris, Utrecht, Cambridge und Kopenhagen machte er auch für Laien klar,

³⁴⁰ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung, Nr. 10147/32, Bl. 135f.

³⁴¹ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung, Nr. 10147/32, Bl. 139–139v. Außerdem wurde noch van der Waerden erwähnt, der wohl kein Jude sei und gegen den vorzugehen, aus politischen Gründen nicht möglich erscheint.

was für ein Verlust seine Vertreibung für das Institut für theoretische Physik bedeutete.³⁴² Sack hatte durch Debye ein Stipendium in Brüssel erhalten und wollte sich dort habilitieren. Die vom Dresdener Minis-



Abbildung 7.3

Heinrich Sack, Debyes Assistent am Leipziger Physikalischen Institut, eines der ersten Vertreibungsoffer der nationalsozialistischen Diktatur

terium geforderte Verzichtserklärung, nicht wieder an die Leipziger Universität zurückzukehren, wollte er erst abgeben, wenn er in Brüssel Fuß gefasst habe. Trotz Protestes des Schweizer Konsulats wurde er daraufhin zum 30. September 1933 entlassen.³⁴³ Im Fall Marx bestanden diese diplomatischen Rücksichten nicht, er wurde noch während des Sommersemesters in den Ruhestand versetzt.

Die massiven Eingriffe der politischen Machthaber in die Wissenschaftsentwicklung stellten die bisher verfolgten Forschungsrichtungen in Frage. Durch die veränderten, politisch motivierten Zielsetzungen ergaben sich für einige Wissenschaftler Möglichkeiten, ihr Forschungsgebiet geschickt in den Vordergrund zu rücken und die eigenen Karrierechancen zu verbessern. Einen solchen Versuch unternahmen auch

³⁴² UAL, PA 323, Bl. 34f.

³⁴³ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung Nr. 10230/27, Bl. 84f., 107f.

die Vorstände der Abteilungen für technische Physik, Schiller und Karolus, als sie sich am 8. Juli 1933 an das Ministerium für Volksbildung in Dresden wandten. In ihrem Brief plädierten sie für eine stärkere Förderung der technischen Physik, kritisierten die derzeitige Unterstellung unter die Experimentalphysik als Hindernis bei der Entwicklung ihres Fachgebiets und beantragten die Schaffung selbständiger Institute für technische Physik, wie dies an einigen anderen Universitäten des Deutschen Reiches der Fall sei, sowie die Vertretung dieses Fachgebiets durch Ordinariate. Zugleich nannten sie zwei in Kürze frei werdende Objekte, die für die Einrichtung der Institute genutzt werden könnten, und stellten zu ihren Vorschlägen fest: «Es scheint eine solche Neuregelung wohl umso natürlicher als z. B. für die mathematische Physik ein persönliches Ordinariat neben dem Ordinariat für theoretische Physik hier bereits länger besteht, wobei zwischen diesen beiden Fächern ein merklicher Unterschied kaum vorhanden ist.»³⁴⁴

Der Brief löste, wie wohl beabsichtigt, innerhalb der Fakultät eine Diskussion über die künftigen Forschungsrichtungen am Physikalischen Institut aus. Zuerst legte Debye als direkt angegriffener Institutsdirektor seinen Standpunkt am 21. September dar. Er verwies auf die in dem Interregnum Wiener – Debye erfolgte Ausdehnung der technischen Physik und die von ihm veranlassten räumlichen Veränderungen mit dem Ergebnis, dass jede der beiden Abteilungen immer noch über mehr Platz pro Mitarbeiter verfügte als die Experimentalphysik. Den Schwerpunkt von Debyes Argumentation bildete die Stellung der technischen Physik im Gebäude der Physik: Die technische Physik entwickle sich nicht neben der Experimentalphysik, wie dies bei der theoretischen Physik der Fall sei, wenn auch in enger Verbindung mit der experimentellen Physik. Die technische Physik fuße auf den Erkenntnissen und Entdeckungen der allgemeinen Physik und es wäre völlig falsch, sie auf Kosten der Mutterdisziplin zu fördern; zu allererst müsse man darauf achten, «der Experimentalphysik als Grundwissenschaft auf keinen Fall Schaden zuzufügen».³⁴⁵ Drei Tage später teilte er dem Dekan die sich aus dem Ausscheiden von Marx durch zwangsweise Versetzung in den Ruhestand ergebenden Maßnahmen mit und benutzte diese Gelegenheit, um auf die von ihm angestrebte Abrundung des Forschungsprofils durch

³⁴⁴ UAL, PA 254, Bl. 44f.

³⁴⁵ UAL, PA 630, Bl. 5f.

die Hinzunahme der Kernphysik hinzuweisen und dazu die Unterstützung der Fakultät zu erbitten.³⁴⁶ Diese erhielt er, denn am 31. Oktober legte der Dekan der Philosophischen Fakultät dem Ministerium den Standpunkt bezüglich der Eingabe von Karolus und Schiller dar: Leipzig sei ein anerkanntes wichtiges Zentrum der modernen Physik in Deutschland geworden, das es mit allen Kräften zu erhalten und zu fördern gelte. Die immer dringender werdende Konzentration der wissenschaftlichen Forschung in Deutschland könnte für Leipzig Molekular- und Atomphysik bedeuten, was sich durch Berufung eines jungen Kernphysikers auf die Marx'sche Stelle und eine entsprechend Wahl bei dem Nachfolger von Le Blanc erreichen ließe. Auch die Zusammenlegung der Stellen von Marx und Schiller für den Fall, dass Schiller eine Professur an einer anderen Hochschule erhielte, wurde erwogen. «Dieser Ausbau der Physik an der Leipziger Universität erscheint ungleich wichtiger und für die Gesamtlage der Forschung bedeutungsvoller als der Ausbau etwa des Schiller'schen Instituts, ...»³⁴⁷ Heisenberg unterstützte ebenfalls dieses Anliegen. Schließlich teilte der Dekan dem Ministerium noch mit, dass Debye nicht beabsichtige, seine Leipziger Position aufzugeben, solange er nicht in seinen Forschungen und Plänen behindert werden würde.

Debye hatte sein Ziel erreicht, die notwendige Konzentration der Forschungskräfte sollte in seinem Sinne erfolgen. Um diese Position zu stärken, musste nun möglichst rasch ein Kernphysiker als Nachfolger für Marx gefunden werden. Dies war keine leichte Aufgabe. Wie bei der Besetzung der Professur für mathematische Physik wurden auch dieses Mal die Extraordinarien des Physikalischen Instituts in die Kandidatensuche einbezogen. Die zur Wiederbesetzung der Professur für Radiophysik gebildete Kommission beriet über insgesamt vier mögliche Kandidaten: den ao. Professor Fritz Kirchner (1896–1967) (Universität München) sowie die Privatdozenten Paul Kunze (1897–1986) (Universität Rostock), Eduard Gottfried Steinke (1899–1963) (Universität Königsberg) und Heinz Pose (1905–1975) (Universität Halle). Dabei musste sie insbesondere entscheiden, ob sie unbedingt an der Kernphysik festhalten wolle. Nachdem Hund für eine erstklassige Besetzung des Lehrstuhls auch bei abweichendem Spezialgebiet plädierte, klärte Debye die Situation Anfang 1934 durch ein Gespräch im Ministerium

³⁴⁶ UAL, PA 630, Bl. 4

³⁴⁷ UAL, PA 254, Bl. 36f.

ganz in dem von Hund vorgeschlagenen Sinne. In der abschließenden Fakultätssitzung einigte sich das Gremium, Kirchner als einzigen Kandidaten zu nominieren. In dem Bericht an das Ministerium wurden zwar die ersten drei der obigen Kandidaten erwähnt, doch entschied man sich für den Einer-Vorschlag, weil sonst auch «evtl. vorhandene verdientere Kandidaten anderer Richtung» hätten berücksichtigt werden müssen. Bevor die Leistungen Kirchners als dem am besten geeigneten jüngeren Forscher auf dem Gebiet der Kernphysik charakterisiert wurden, gab der Bericht nochmals eine klare Begründung für die Bevorzugung der Kernphysik.

«Nach der rein physikalischen Seite werden im Physikalischen Institut der Universität Leipzig vorzugsweise Fragen behandelt, die sich auf die Struktur der Materie beziehen. Durch die glückliche Zusammenarbeit von Heisenberg und Hund einerseits mit Debye andererseits ist die Bearbeitung eines großen Teiles des genannten Gebietes in Leipzig möglich. Dieser Teil umfasst die Fragen, welche sich auf die Molekülstruktur und die Atomstruktur beziehen. Daneben ist aber besonders in neuester Zeit als aussichtsreiches Gebiet von grosser Wichtigkeit die Untersuchung der Kernstruktur der Atome getreten. Für diesen Fragenkomplex ist wegen seiner grossen Bedeutung für die zukünftige Entwicklung der Physik allgemein . . . ein starkes Interesse vorhanden. . . . Nun ist die ganze Richtung hervorgewachsen aus der Bearbeitung der radioaktiven Erscheinungen. Wo jetzt die Leiterstelle in der Abteilung für Radiologie neu zu besetzen ist, ist somit eine günstige Gelegenheit geboten, durch eine geeignete Berufung die physikalische Forschung in Deutschland nach der Seite der Kernphysik entschieden zu fördern.»³⁴⁸

Die Ordinarien am Physikalischen Institut hatten die Entwicklungstrends der Physik klar erkannt und dies in eine für die Zukunft des Instituts vorteilhafte Entscheidung zur weiteren Profilierung der Forschung umgesetzt. Das Ministerium folgte dieser Argumentation und berief Kirchner ab 1. Mai 1934 zum planmäßigen Extraordinarius für Radiophysik und Vorstand der gleichnamigen Abteilung im Physikalischen Institut. Doch noch ehe diese Vervollständigung der Forschungen zur Struktur der Materie Früchte tragen konnte, wurde sie durch die Wegberufung Kirchners zunichte gemacht. Am 30. September teilte

³⁴⁸ UAL, PA 630, Bl. 19f.

Kirchner dem Dekan mit, dass er die Berufung auf ein Ordinariat an der Universität Köln erhalten habe. Debye sprach in seiner Stellungnahme dazu von erheblichem Schaden, der dadurch der Universität in Lehre und Forschung zugefügt werde. In diesem Sinne wandte sich der Dekan umgehend an das Dresdener Ministerium und bat, alles zu tun, um den Weggang von Kirchner zu verhindern. Obwohl das Berliner Reichsministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung mitteilte, die Verhandlungen mit Kirchner einzustellen, da man von dem Ruf nach Leipzig keine Kenntnis hatte, war die Situation nicht bereinigt. Die Verhandlungen wurden offenbar mit verändertem Zeitplan weitergeführt, im März 1935 wurde Kirchner vom Reichsministerium zuerst mit der Vertretung der Professur in Köln beauftragt und etwa einen Monat später zum Ordinarius in Köln berufen. Weder die Leipziger Philosophische Fakultät noch das Dresdener Ministerium hatten die Chance, ihre Interessen zur Geltung zu bringen. Durch den Weggang Kirchners wurde die von Debye und Heisenberg verfolgte Forschungsstrategie stärker geschwächt als es auf den ersten Blick scheinen mag. In einer für die Kernphysik entscheidenden Entwicklungsphase war dieses Teilgebiet in Leipzig für längere Zeit nicht vertreten, da die Frage der Wiederbesetzung dieser Stelle durch eine zweite, erhebliche Schwächung des Forschungspotentials in den Hintergrund gedrängt wurde und deshalb nicht mit dem erforderlichen Nachdruck behandelt werden konnte. Als 1937 die letztlich erfolgreiche Aktivität zur Besetzung der vakanten Professur gestartet wurde, musste die Fakultät in einer Stellungnahme bereits darauf verweisen, dass die Kenntnisse, die zum Bau und zur Nutzung bestimmter Geräte für kernphysikalische Versuche notwendig seien, nur im Ausland erworben werden könnten, und es sehr wichtig sei, den Vorsprung des Auslandes aufzuholen.³⁴⁹

Die erwähnte Schwächung des Lehrkörpers war die Wegberufung Debyes nach Berlin. Nachdem Debye den Dekan Koebe über die beabsichtigte Berufung und die mit dieser Professur verknüpften Aufgaben beim geplanten Neubau des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physik informiert hatte, leitete dieser die Fakten am 28. Mai 1935 an das Dresdener Ministerium für Volksbildung weiter. Nach der realistischen Einschätzung, dass dadurch «die hervorragende Stellung der atomphysikalischen For-

³⁴⁹ UAL, PA 27, Bl. 55 – 56



Abbildung 7.4

Fritz Kirchner, ao. Professor für Radio-physik in Leipzig 1934 – 1935

schung hier in Leipzig aufs äusserste gefährdet» werde, gegen dieses Angebot aber kaum erfolgreiche Schritte möglich schienen, entwickelte er noch die kühne Idee,

«ob das in einem abschriftlich beigefügten Schreiben erwähnte Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik nicht nach Leipzig verlegt werden könnte. Es gibt jedenfalls auch Kaiser-Wilhelm-Institute, die nicht mit Berlin verknüpft sind.»³⁵⁰

Wenn auch nur geringe Chancen zur Realisierung dieser Idee bestanden haben dürften, sie wurde sofort aufgegriffen und sowohl durch die Universitätsleitung als auch das Dresdener Ministerium mit Nachdruck gefördert. Heisenberg hatte am 3. Juni in einem Brief an den Rektor die Bedeutung der Leipziger Universität als Pflegestätte der atomphysikalischen Forschung hervorgehoben und diesem wichtige Argumente für einen Verbleib Debyes in Leipzig geliefert. Der Rektor wandte sich nun seinerseits am 4. Juni an das Dresdener Ministerium, betonte in Übereinstimmung mit dem Bericht des Dekans die Notwendigkeit, die in der

³⁵⁰ UAL, PA 398, Bl. 96

physikalischen Forschung geschaffene Tradition zu erhalten, und wies auf die Gefahren hin, die sich aus der Wegberufung Debyes ergaben. Er folgerte dann:

«Diese Gefahr von Leipzig abzuwenden, sehe ich ... nur eine Möglichkeit: Dass nämlich das Reichswissenschaftsministerium im Einvernehmen mit der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, sich entschlösse, das neu zu errichtende Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik nicht in Berlin, sondern in Leipzig zu bauen.»³⁵¹

Zur Unterstützung dieses Vorschlags fügte er noch hinzu, dass die Stadt Leipzig den Bauplatz für den Institutsbau kostenlos zur Verfügung stellen würde. Eine Abschrift des Briefes ging zur Kenntnisnahme direkt an den Reichswissenschaftsminister. Am 5. Juni trug Ministerialrat von Seydewitz seitens des Dresdener Ministeriums die Angelegenheit Franz Bachér (1894 – 1987), dem Stellvertreter des zuständigen Abteilungsleiters im Reichswissenschaftsministerium, in einer telefonischen Unterredung vor und bat um Unterstützung. Bachér sagte zu, den Vorschlag demnächst mit dem Geschäftsführer der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zu besprechen. Die Entscheidung fiel recht schnell. Am 12. 6. notierte ein Ministerialbeamter auf der Abschrift des Rektorbriefes, dass es wichtiger sei, «daß Debye mit den Berliner experimentellen Instituten zusammenarbeitet (K.W.I) und das KWI für Physik in Bln [Berlin, K.-H. S.] steht;» und fuhr fort:

«Dies besonders für fernere Zeit. Die Zusammenarbeit mit Heisenberg ist theoretischer Art u. kann sehr leicht aufrecht erhalten bleiben. Leipzig – Bln = 1 1/2 Std Schnellzug. – Im übrigen kann Heisenberg dann zeigen, ob er der Rechner Debyes ist oder der anregende Theoretiker. – Außerdem könnte H. ja später auch einmal nach Bln folgen.»³⁵²

Auf der Rückseite notierte er dann eine weniger zynische Formulierung, die als Vorlage für die offizielle Ablehnung des Reichsministers an das Dresdener Ministerium am 25. Juni diente: Der Bau des KWI sei in Leipzig nicht möglich, da man Wert auf die Zusammenarbeit der naturwissenschaftlichen Institute lege.³⁵³ Damit war dieser Versuch

³⁵¹ BArch DS/REM Peter Debye, Film A 14, Bl. 5396

³⁵² BArch DS/REM Peter Debye, Film A 14, Bl. 5397

³⁵³ BArch DS/REM Peter Debye, Film A 14, Bl. 5414

gescheitert, die bestehende «Arbeitsgemeinschaft» zur «wissenschaftlichen Pflege der modernen Physik»³⁵⁴ zu erhalten, doch der Kampf, um den Fortbestand der neu geschaffenen Tradition zu sichern, ging weiter.

Am 7. Oktober 1935 notierte der im Dresdener Ministerium für die Leipziger Universität zuständige Oberregierungsrat Werner Studentkowski (1903–1951) nach einer Besprechung im Reichsunterrichtsministerium, dass an der Berufung Debyes nichts zu ändern sei, einige von der Fakultät vorgesehene Kandidaten nicht ohne weiteres in Frage kämen und Heisenberg sowohl eine Berufung nach Göttingen als auch nach München erhalten werde, wobei sehr stark mit der Annahme Letzterer zu rechnen sei.³⁵⁵ Die mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung hielt trotz der möglichen Probleme an ihren Kandidaten fest und und ihr Dekan unterbreitete dem Reichs- und Preußischen Minister für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung Bernhard Rust (1883–1945) am 17. Oktober eine Liste mit fünf Personen für die Nachfolge Debyes.³⁵⁶

Vorangestellt war eine Beschreibung des «wundervolle(n) Gebäude(s) der Physik», das in Leipzig errichtet worden war und «Leipzig zum Mittelpunkt der deutschen Physik» gemacht hatte, sowie ein Appell dieses Gebäude nicht zu zerstören und damit die großen Aufwendungen der letzten Jahre ungenutzt zu lassen.³⁵⁷ Um dieses Ziel zu erreichen, musste eine «erstrangige Kraft berufen werden» und der Dekan schlug folgende ausgewiesenen Atomphysiker vor: 1. Hans Geiger (1882–1945) (Universität Tübingen), 2. Walther Bothe (1891–1957) (KWI für medizinische Forschung Heidelberg), 3. Walther Gerlach (1889–1979) (Universität München), 4. Gerhard Hoffmann (1880–1945) (Universität Halle) 5. Helmuth Kulenkampff (1895–1971) (TH München). Die Fakultät unterstützte in ihrem Bericht an das Ministerium die Argumentation und die Vorschläge des Dekans, nutzte die Gelegenheit, auch auf die Wiederbesetzung der Professur für Radiophysik hinzuweisen, wofür Kulenkampff als einziger Kandidaten genannt wurde, und bat um eine rasche Entscheidung dieser dringlichen Probleme. Die Lösung des Problems wurde dadurch erschwert, dass zu diesem Zeitpunkt mehrere

³⁵⁴ BArch DS/REM Peter Debye, Film A 14, Bl. 5404

³⁵⁵ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung, Nr. 10230/50, Bl. 1–2

³⁵⁶ Entsprechend dem Führerprinzip musste der Brief als Vorschlag des Dekans der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung abgefasst sein.

³⁵⁷ UAL, PA 136, Bl. 1–1v

Stellen an deutschen Hochschulen neu besetzt werden mussten und die Interessen einiger Kandidaten sowie des Berliner Ministeriums nicht mit den Leipziger Vorstellungen im Einklang standen. Trotz des persönlichen Engagements der Leipziger Physiker waren die ersten drei der Liste nicht für Leipzig zu gewinnen. Gerlach war nach Berlin berufen, wollte aber, wenn einige Schwierigkeiten beseitigt würden, in München bleiben; in diesem Fall würde Geiger nach Berlin berufen. Bothe hatte vorzügliche Bedingungen in Heidelberg, die ihm kaum eine Universität bieten konnte. Auf die Anfrage des Dresdener Ministeriums, ob die Fakultät mit der Berufung Hoffmanns einverstanden sei, gab der Dekan am 30. November nach Beratung mit der Berufungskommission seine prinzipielle Zustimmung, hob aber mit Nachdruck hervor, dass Leipzig das Anrecht hat, den bestmöglichen Wissenschaftler zu bekommen. Es solle deshalb in Berlin noch einmal auf die Möglichkeit hingewiesen werden, die Berufung von einen der ersten drei, insbesondere von Bothe, zu prüfen. «Also erst, wenn feststeht, daß weder Herr Geiger, noch Herr Bothe, noch Herr Gerlach nach Leipzig zu bekommen sind, würde ich mich damit einverstanden erklären können, daß Herr Hoffmann nach Leipzig berufen würde.»³⁵⁸ Wenn dies eintritt, sollte außerdem die Berufung Kulenkampffs nochmals geprüft werden, da er für eine stärkere Zukunftsorientierung stehe.

Eine weitere Komplikation der Lage trat Mitte Dezember ein, als Hund bei einer Besprechung im Reichsministerium erfuhr, dass dort die Absicht bestehe, ihn und Heisenberg von Leipzig fortzuberufen. Der Hintergrund dürften die nahezu permanenten Finanzprobleme des Freistaates gewesen sein, so dass sich die Hochschulen wiederholt mit der Forderung nach Einsparungen konfrontiert sahen.³⁵⁹ Es dauerte fast ein Vierteljahr, bis diese Gefahr, die eine Zerschlagung der Leipziger Physik bedeutet hätte, abgewendet wurde, wobei der möglicherweise von Studentkowski ausgegangene Vorschlag, die Besetzung der theoretischen Physik in Leipzig zu reduzieren, auch im Dresdener Ministerium auf deutlichen Widerspruch von Ministerialrat von Seydewitz traf.³⁶⁰ Nachdem dieses Problem bewältigt war, wurde Dank der Hartnäckigkeit der

³⁵⁸ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung Nr. 10230/50, Bl. 29 – 29v

³⁵⁹ Man vergleiche hierzu auch [Parak 2004], Kap. I.2.c

³⁶⁰ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung Nr. 10210/18, Bl. 120 – 122

Leipziger Fakultät die Vorschlagsliste nun ernsthaft geprüft, Geiger und Bothe lehnten aber nach der Besichtigung des Physikalischen Instituts eine Berufung ab und auch von Gerlach kam auf eine entsprechende Anfrage eine Absage. Nach diesen erfolglosen Bemühungen und da Debye inzwischen die Tätigkeit in Berlin aufgenommen hatte, wurde die Wiederbesetzung der Debye'schen Professur immer dringender. Im Spätherbst 1936 begannen schließlich die Verhandlungen mit Hoffmann, die trotz umfangreicher Forderungen hinsichtlich der Umgestaltung des Instituts bzw. der Erneuerung von Versuchsanordnungen und Gerätschaften im Frühjahr 1937 mit dessen Berufung zum 1. April erfolgreich abgeschlossen wurden.

Für die Wiederbesetzung der Kirchner'schen Stelle hatte die Fakultät dem Ministerium in Dresden bei günstiger Gelegenheit Kandidaten vorgeschlagen, doch hatte die Debye-Nachfolge eindeutig den Vorrang gehabt, da der neue Ordinarius möglichst an der Besetzung des Extraordinariats mitwirken sollte. Nachdem dafür nun die Voraussetzung gegeben war, wurde diese Berufung wieder intensiv betrieben und am 7. Oktober eine Vorschlagsliste mit Wolfgang Gentner (1906–1980) (KWI Heidelberg), Rudolf Fleischmann (1903–2002) (KWI Heidelberg) und Robert Döpel (1895–1982) (Universität Würzburg) als Kandidaten eingereicht. Zuvor hatte bereits Wilhelm Hanle (1901–1993), der die Debye'sche und die Kirchner'sche Professur für mehrere Semester vertreten hatte, die Übernahme des Extraordinariats abgelehnt und einen Wechsel von Jena auf eine Assistentenstelle in Göttingen vorgezogen.³⁶¹ Auch in diesem Falle wichen die Vorstellungen des Reichsministeriums von denen der Leipziger Professoren ab. Da Hoffmann in seinen Berufungsverhandlungen der Bau eines Zyklotrons zugesagt worden war, konzentrierten sich die Vorschläge darauf,

«als Mitarbeiter einen Forscher zu gewinnen, der bereits über ausgedehnte Erfahrungen auf dem Gebiet der modernen Kernphysik verfügt, die er durch die wissenschaftliche Arbeit in grossen

³⁶¹ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/50, Bl. 120. Was in der Gesprächsnotiz des Ministerialbeamten als Ablehnung bezeichnet wird, war erzwungen. Wegen seiner ablehnenden Haltung zum Nationalsozialismus hatte man Hanle zu verstehen gegeben, dass er auf die Professur in Jena nicht zurückkehren könne und für eine Berufung in Leipzig nicht in Frage käme. Vgl. Hanles Schilderung in seinen Memoiren [Hanle 1989, S. 67ff.].

modern eingerichteten Laboratorien, möglichst auch in Kernphysiklaboratorien des Auslandes, erworben hat.»³⁶²

Diese Bedingungen erfüllte vor allem der auf den Spitzenplatz gesetzte Gentner, der als Einziger seine Kenntnisse im Ausland, im Curie-Laboratorium Paris, vertieft hatte und auch sonst beste Voraussetzungen für die in Leipzig zu leistenden Arbeiten bot, insbesondere sich bereits intensiv mit dem Bau eines Zyklotrons auseinandergesetzt hatte. Das Berliner Ministerium bevorzugte dagegen den an dritter Stelle genannten Döpel, der weder über Erfahrungen beim Bau von großen Versuchsanlagen noch beim Arbeiten an solchen Anlagen verfügte, und setzte diese Wahl trotz intensiver Bemühungen von Heisenberg und Hoffmann sowie der gesamten Fakultät durch. Mit Erlass vom 24. August 1938 wurde Döpel ab 1. August zum planmäßigen ao. Professor für Radiophysik (Strahlungsphysik) ernannt. Er war zugleich Vorstand der früheren Abteilung für Radiophysik, die künftig als Abteilung für Strahlungsphysik bezeichnet wurde. Nach langem zähen Ringen waren damit die Leipziger Physikprofessuren wieder gut, aber keineswegs optimal und wunschgemäß besetzt und die Voraussetzungen für eine Fortsetzung der jungen erfolgreichen Tradition in der Atomphysik geschaffen worden. Zugleich darf nicht übersehen werden, dass es bei der zentralistischen Wissenschaftspolitik zunehmend schwieriger wurde, wissenschaftlichen Argumenten bei der Vergabe von Stellen Geltung zu verschaffen.

Einen weiteren Eingriff in das wissenschaftliche Leben der Universitäten bildete die Reichshabilitationsverordnung von 1934 und deren Verschärfung 1938. Obwohl die Zahl der Promotionen auf physikalischem Gebiet stark anwuchs, Lea/Wiemers führten beispielsweise 47 Promotionen an, an denen allein Heisenberg in den 30er Jahren beteiligt war³⁶³, sind für dieses Jahrzehnt nur drei Habilitationen am Physikalisches Institut zu registrieren, neben der schon erwähnten Habilitation von Bloch, nur die von von Weizsäcker und Hans Euler (1909 – 1941).

Von Weizsäcker, der 1933 bei Heisenberg promoviert und danach als dessen Assistent am Theoretisch-Physikalisches Institut in Leipzig gearbeitet hatte, erbrachte die Habilitationsleistungen im Sommersemester

³⁶² UAL, PA 27, Bl. 55v

³⁶³ Lea/Wiemers 1993, S. 209f.

1936 und wurde nach Abhalten der Probevorlesung im Herbst 1937 zum Dozenten ernannt, wechselte jedoch unmittelbar danach in dieser Position an die Berliner Universität und nahm eine Assistentenstelle am Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik an. Ein Jahr später, im Sommer 1938, habilitierte sich Euler, den Heisenberg als seinen begabtesten Schüler und einen der talentiertesten Nachwuchspophysiker Deutschlands ansah, mit Untersuchungen von Elementarprozessen in der kosmischen Strahlung. Euler hatte sein Studium nur unter großen finanziellen Schwierigkeiten bei Förderung durch das Studentenwerk absolvieren können und war über die Ingenieurwissenschaften und die technische Physik zur theoretischen Physik und zu Heisenberg gekommen. Im Wintersemester 1935/36 hatte er bei diesem promoviert und in seiner Dissertation die Streuung von Licht an Licht auf der Basis der Dirac'schen Theorie berechnet. Wegen seiner geringen Finanzmittel bat er den Dekan, die Anzahl der abzugebenden Pflichtexemplare zu reduzieren und ihm einen Druckkostenzuschuss zu gewähren.³⁶⁴ Eulers Lage dürfte sich dann im Frühjahr 1936 etwas gebessert haben, als er eine Assistentenstelle bei Heisenberg erhielt. Dies war für Heisenberg mit langwierigen Verhandlungen verbunden, denn Euler stand der nationalsozialistischen Ideologie ablehnend gegenüber.³⁶⁵ Eulers hinter einer strikten Konzentration auf fachliche Belange versteckte politische Haltung dürfte der Grund gewesen sein, warum er bis zu seiner freiwilligen Meldung zum Kriegsdienst als Aufklärungsflieger nicht zum Dozenten ernannt wurde, obwohl er sich noch vor Abschluss des Habilitationsverfahrens zu dem obligatorischen Dozentenlehrgang meldete und diesen im September/Oktober 1938 absolvieren durfte.³⁶⁶ Auch die Entscheidung über

³⁶⁴ UAL, Phil. Fak. Promotionen Nr. 769

³⁶⁵ Heisenberg bezeichnete Euler sogar als «überzeugten Kommunisten» [Heisenberg 1969], S. 219. Neben den Erinnerungen Heisenbergs vergleiche man die Ausführungen bei Cassidy [Cassidy, 1995], S. 418ff. und die abweichende Meinung von Hoffmann [Hoffmann, D. 1989], S. 383. In den Akten des UAL wird Eulers Gesinnung nicht spürbar. Euler war vermutlich nie politisch organisiert.

³⁶⁶ UAL, PA 2294, Bl. 30. Heisenberg hatte sich bemüht, Euler für die Mitarbeit im «Uranverein» zu gewinnen und ihn auf diese Weise vor dem Kriegsdienst zu bewahren, und war von dessen Verhalten enttäuscht. Eine Erklärung sah er in den durch die Kriegsergebnisse bei Euler hervorgerufenen seelischen Belastungen [Heisenberg 1969], S. 240–244. Eine befriedigende Erklärung für Eulers Schritt wurde bisher nicht gefunden.

Heisenbergs Antrag vom Frühsommer 1938, Euler zum planmäßigen Assistenten am Theoretisch-Physikalischen Institut zu ernennen, verzögerte sich wegen der erneut eingeholten Urteile über Eulers politische Haltung so lange, bis sie durch dessen Kriegseinsatz gegenstandslos wurde.³⁶⁷ Abgesehen von den ungünstigen politischen Rahmenbedingungen ab 1933 reflektiert die geringe Anzahl von Habilitationen die schlechten Aussichten der jungen Generation auf eine Karriere an den deutschen Hochschulen.

An dieser Stelle sollen noch einige Fakten und Ereignisse erwähnt werden, die das allgemeine politische Umfeld an der Leipziger Universität charakterisieren, in dem all die beschriebenen Entwicklungen und personellen Veränderungen stattfanden.³⁶⁸ Durch die Vertreibung und Emigration zahlreicher führender Physiker nach der Machtergreifung durch die Nationalsozialisten wurde Leipzig zum Zentrum der modernen theoretischen Physik in Deutschland und bedeutende, in Deutschland verbliebene Vertreter dieser Disziplin, wie Planck, von Laue und Sommerfeld, sahen in Heisenberg den Repräsentanten der jüngeren Generation, der das angeschlagene Schiff der Physik mit ihrer Unterstützung durch die Stürme der Zeit steuern sollte. Heisenberg bemühte sich, dieser Rolle gerecht zu werden, indem er bedrohten Kollegen half, mit Unterstützung seiner Freunde und Bekannten im Ausland eine berufliche Perspektive zu finden, und versuchte, in Absprache mit Planck u. a. den Schaden der Vertreibungspolitik für die Physik gering zu halten. Aber wie fast alle deutschen Intellektuellen schätzte er die nationalsozialistische Diktatur völlig falsch ein und verkannte die von ihr ausgehenden Gefahren. Die höchste Form des Protestes gegen Maßnahmen des Regimes war sein Einspruch gegen die Entlassung bzw. die

³⁶⁷ Am 2. November 1940 fragte der Leiter des Sächsischen Ministeriums beim Reichswissenschaftsminister an, ob Bedenken gegen Eulers Ernennung zum wissenschaftlichen Assistenten mit Berufung ins Beamtenverhältnis bestünden. BArch R 4901, Nr 1911, Bl. 618. Vgl. auch die Beurteilungen und Heisenbergs erneuter Antrag vom März 1940, Ebenda, Bl. 619–626

³⁶⁸ Eine ausführliche Beschreibung der Zeitumstände gibt Cassidy im dritten Teil seiner Heisenberg-Biographie [Cassidy 1995]. Außerdem sei auf die Artikel von Lea/Wiemers bzw. Wiemers sowie die Erinnerungen ehemaliger Heisenberg-Schüler in [Kleint/Wiemers 1993] bzw. [Kleint/Rechenberg/Wiemers 2005] verwiesen. Man vergleiche auch die allgemeineren Ausführungen zum sächsischen Hochschulwesen in [Parak 2004], Kap. 1.2 und 2.

Versetzung in den Ruhestand von vier Hochschullehrern der Philosophischen Fakultät in der Fakultätssitzung am 8. Mai 1935. Die Relegation der vier Betroffenen, unter ihnen der Mathematiker Levi, basierte auf Bestimmungen des Gesetzes für die Wiederherstellung des Berufsbeamtentums, doch hätte in diesem Fall die Ausnahmeregelung für aktive Frontkämpfer des Ersten Weltkriegs Anwendung finden können. Da die Ministerien in Berlin und Dresden der Universitätsleitung keine detaillierte Begründung für die Maßnahme gegeben hatten, war die Rechtsgrundlage unklar, was einige Fakultätsmitglieder zu einem mutigen Einspruch wegen Nichtbeachtung des «Frontkämpferparagrafen» nutzten. Heisenberg sprach von Bestürzung über diese Maßnahme, die das Gefühl vermittele, «dem Sinn des Gesetzes nicht gerecht (zu) werde(n)», Hund davon, «dass der Sinn der Ausnahme des Beamtengesetzes . . . dadurch verletzt würde».³⁶⁹ Als van der Waerden dann eine offensichtliche Missachtung des Beamtengesetzes andeutete, scheint es fast zum Eklat gekommen zu sein, zumindest wurde das Ministerium in Dresden offiziell und außerhalb des Dienstweges von dem Vorfall informiert und forderte eine genaue Aufklärung. In den folgenden Wochen konnte die Situation insbesondere durch den Dekan Helmut Berve (1896–1979) entschärft werden, was wohl weniger aus Sympathie für die Protestierenden geschah, sondern vielmehr um die Universität im Ministerium nicht als unzuverlässig erscheinen zu lassen. Lediglich van der Waerden, der bereits zuvor in zwei anderen Fällen dem Ministerium aufgefallen war, erhielt einen Verweis, indem Oberregierungsrat Studentkowski ihn «mit dem gebotenen Ernst» mitteilen ließ:

«Wenn Herr Professor van der Waerden diese seine . . . innere Einstellung nicht zu Gunsten einer dem nationalsozialistischen Deutschland und seinen Grundlagen loyaler gegenüberstehenden Haltung ändert, bin ich mir ernstlich im Zweifel darüber, ob von einer ferneren Lehrtätigkeit Professor van der Waerdens an einer deutschen Hochschule der vom Nationalsozialismus geforderte gute Einfluß auf die deutsche Jugend ausgeht.»³⁷⁰

Für Heisenberg und Hund hatte der Vorfall keine Konsequenzen.

Heisenberg sah sich jedoch in anderer Hinsicht massiver Kritik ausgesetzt, die sich bald noch verschärfen sollte. Bereits in den 20er Jahren

³⁶⁹ UAL, PA 70, Bl. 39

³⁷⁰ UAL, PA 70, Bl. 41

gehörten die Nobelpreisträger Lenard und Stark zu den führenden Gegnern von Einstein und der Relativitätstheorie, fanden aber mit ihren antisemitischen Argumentationen nur wenig Unterstützung. Unter der nationalsozialistischen Ägide setzten sie ihre ganze Kraft in die Schaffung einer an der faschistischen Rassenideologie orientierten «deutschen Physik» und gingen zu massiven Anfeindungen gegen die Vertreter der modernen Physik, wie Einstein, Schrödinger, von Laue, Heisenberg u. a. über, wobei nach der Emigration Einsteins Heisenberg als Repräsentant der jüngeren Generation in den Mittelpunkt ihrer Angriffe rückte. Die Anfeindungen und Auswüchse der «deutschen Physik» können hier nicht im Einzelnen dargestellt werden, die Wirkung ihrer Angriffe auf einzelne Personen konnte aber durch die Beeinflussung der Studentmassen beträchtlich sein. In späteren Jahren gelang es, Stark, begünstigt durch dessen eigene Fehler, in seiner Macht und im Zugang zu den faschistischen Machthabern etwas einzuschränken.

Bezüglich Leipzig und Heisenberg muss noch Starks erfolgreiche Kampagne gegen Heisenberg bei der Besetzung des Sommerfeld'schen Lehrstuhls in München erwähnt werden.³⁷¹ Sommerfelds Wunschkandidat bei der Wahl seines Nachfolgers auf dem Lehrstuhl für theoretische Physik war Heisenberg und auch die Philosophische Fakultät der Münchner Universität sah in diesem den geeignetsten Physiker, um die so erfolgreiche Schule der theoretischen Physik effektiv fortzusetzen. Nach mehreren vorausgegangenen³⁷² Angriffen publizierte Stark am 15. Juli 1937 in der SS-Zeitschrift *Das schwarze Korps* den Artikel *Weißer Juden in der Wissenschaft*, in dem er u. a. Heisenberg direkt angriff sowie als Träger des jüdischen Geistes diffamierte, der «uns doppelt so bekämpfungswert sein (muß) als der Rassejude» und «ebenso verschwinden müsse(n) wie die Juden selbst».³⁷³ Obwohl Heisenberg sofort energisch

³⁷¹ Neben den schon erwähnten [Cassidy 1995] und [Lea/Wiemers 1993] sei für eine ausführliche Darstellung des Vorgangs auf [Eckert 1984] verwiesen.

³⁷² Z. B. in den Nationalsozialistische(n) Monatshefte(n), H. 71, Febr. 1936 und im Völkische(n) Beobachter vom 28. Februar 1936. (UAL, PA 560, Bl. 12–15) Bei seiner Entgegnung auf diese Angriffe erhielt Heisenberg insbesondere die Unterstützung von Vertretern des Dresdener und Berliner Ministeriums. (UAL, PA 560, Bl. 16f.)

³⁷³ UAL, PA 560, Bl. 31. In einem Eignungsbericht vom 3. März 1939 wurde Regierungsrat Hermann Beuthe (1897-?), dem persönlichen Referenten von Stark, eine beträchtliche Mitverantwortung für «viele der unzumutbaren Handlungen Starks» zugeschoben und er für eine «aufbauende verantwortliche politische Tätigkeit im



Abbildung 7.5

Werner Heisenberg, Ordinarius
für theoretische Physik in Leipzig
1927 – 1942

dagegen protestierte, sich dabei sogar auf privatem Wege an den Reichsführer-SS Heinrich Himmler (1900 – 1945) wandte und Hund sowie andere Kollegen sich ebenfalls über die Beleidigung beschwerten, dauerte es ein Jahr bis die Angriffe aufhörten und die gegen ihn erhobenen Anschuldigungen als unzutreffend abgewiesen wurden. Doch es war nur ein Teilerfolg, Heisenberg war zwar rehabilitiert, aber im Ringen um den Münchner Lehrstuhl konnten die Vertreter der «Deutschen Physik» dank massiver politischer Einflussnahme die Berufung des ihnen genehmen Wilhelm Müller (1880 – 1968) durchsetzen. Der Vollständigkeit halber sei noch ergänzt, dass sowohl die Philosophische Fakultät der Leipziger Universität als auch das Dresdener Ministerium keine realistische Chance sahen, um Heisenberg in Leipzig zu halten, und im Juni 1937 erste Gespräche im Dresdener Ministerium über dessen möglichen Nachfolger stattfanden. Dabei herrschte Einigkeit darüber, dass dies ein schwer lösbares Problem sei und Hund nicht «als von vornherein

wissenschaftlichen Sektor» als ungeeignet eingestuft. BArch R4901, Nr. 13233.

vollwertiger Ersatz» anzusehen sei. Es sollte verhindert werden, «dass die Universität Leipzig nicht allmählich von der wissenschaftlichen Höhe, die sie besonders auf dem Gebiete der Physik innegehabt hat, herabsinkt». ³⁷⁴ Bevor weitere konkrete Schritte eingeleitet werden konnten, erreichte die oben skizzierte Kampagne gegen Heisenberg ihren Höhepunkt und führte letztlich zu dessen Verbleib in Leipzig.

Nachdem Heisenberg rehabilitiert und die Besetzung der einzelnen Professuren geklärt war, konnten die Mitarbeiter am Physikalischen Institut zur «alltäglichen Arbeit» zurückkehren, soweit davon angesichts der fortschreitenden Nazi-Diktatur gesprochen werden konnte. Die Blüte der theoretischen Physik neigte sich aber auch am Leipziger Institut ihrem Ende zu. Zweifellos war Leipzig dank Heisenberg noch das führende Zentrum in Deutschland, aber der Rückgang war unverkennbar. Die Studentenzahlen waren deutlich gesunken ³⁷⁵, die gegen die theoretischen Wissenschaften gerichtete nationalsozialistische Ideologie und speziell die Kampagne gegen Heisenberg verstärkten diesen Effekt noch in der theoretischen Physik. Die ausländischen Studenten blieben immer mehr aus und die Teilnehmerzahl in dem berühmten von Heisenberg und Hund abgehaltenen Seminar schrumpfte nach Kriegsbeginn auf zwei. ³⁷⁶

Der drastische Rückgang der Studentenzahlen an der Philosophischen Fakultät und der dadurch bedingte Nachwuchsmangel stellte ein allgemeines Problem dar und veranlasste das Dresdener Ministerium im Sommer 1938, von der Philosophischen Fakultät eine diesbezügliche Stellungnahme einzufordern. Der von den beiden Abteilungsdekanen der Leipziger Philosophischen Fakultät auf der Basis der Institutsmitteilungen verfasste Bericht ³⁷⁷ zeigte eine erstaunlich kritische Haltung. So wurden

«eine dem Wesen alles wissenschaftlichen Strebens entgegengesetzte Interesselosigkeit der geistigen Atmosphäre gegenüber»,

«das geringe Ansehen, das die Wissenschaften als solche, ... sowie die Hochschulen in der Öffentlichkeit ... besitzen»,

³⁷⁴ UAL, PA 560, Bl. 24

³⁷⁵ Die Gesamtzahl der an der Leipziger Universität eingeschriebenen Studierenden fiel von 4903 im Sommersemester 1934 auf 1928 im Sommer 1938.

³⁷⁶ Kleint/Wiemers 1993, S. 48

³⁷⁷ UAL, Phil. Fak. A2/20⁰⁴, Bd. 4, Bl. 16–29

der «Mangel an Vertrauen, dass sich die ausserordentlichen materiellen und geistigen Anstrengungen, die das Studium erfordert, auch lohnen» und

«die Aufforderung zu frühzeitiger Familiengründung»

als wichtigste Ursachen für den Rückgang in der Zahl der Studierenden und das Nachlassen in den Leistungen angeführt und ein Katalog von dringend notwendigen Abhilfemaßnahmen vorgelegt, durch die diese Ursachen beseitigt werden sollten.³⁷⁸ Besonders erwähnenswert ist die dabei vorgeschlagene Einführung eines Diplomexamens und die Erteilung eines entsprechenden Titels als wichtigen Zwischenschritt auf dem mühevollen und risikoreichen Weg zur Promotion.³⁷⁹ In dem Bericht wurde hinsichtlich der Studentenzahlen in der Experimentalphysik zum Beispiel ein Rückgang auf ein Viertel, in der theoretischen Physik und in der Mathematik auf jeweils ein Zehntel gegenüber vor 1933 konstatiert.

In der experimentellen Abteilung des Physikalischen Instituts widmeten sich Hoffmann und Döpel mit großem Engagement ihren kernphysikalischen Untersuchungen sowie vorbereitenden Arbeiten für den geplanten Bau eines Zyklotrons. Das Verhältnis zwischen beiden war jedoch sehr gespannt, in der wissenschaftlichen Kommunikation am Institut zeigten sich erste erhebliche Störungen.

Nach langen Bemühungen erhielt Hoffmann 1941 die Genehmigung für eine Reise nach Paris, um das dort befindliche Zyklotron studieren zu können. Inzwischen hatte sich aber auch die Zielrichtung der kernphysikalischen Forschungen geändert. Nach der Entdeckung der Kernspaltung durch Hahn und Straßmann Ende 1938 rückte schnell die Frage einer zivilen wie militärischen Nutzung dieses Vorgangs in den Mittelpunkt und die Arbeit richtete sich auf den Bau einer sog. Uranmaschine zur Erzeugung einer sich selbst erhaltenden Kettenreaktion und daran anschließend auf die Nutzung der dabei frei werdenden Energie. Zur Betreuung und Förderung dieser Forschungen, die mit unterschiedlicher Intensität in allen Zentren der Atomforschung in Angriff genommen wurden, gründete das Heereswaffenamt in Deutschland

³⁷⁸ UAL, Phil. Fak. A2/20⁰⁴, Bd. 4, Bl. 20, 22, 24, 25

³⁷⁹ Dieser Vorschlag wurde explizit in dem von Koebe verfassten Bericht des Mathematischen Instituts formuliert. UAL, Phil. Fak. A2/20⁰⁴, Bd. 4, Bl. 110v

Mitte September 1939 den sog. Uran-Verein³⁸⁰. Zehn Tage später, am 26. September 1939, wurde auch Heisenberg zur Sitzung des Vereins geladen und mit der Ausarbeitung einer Theorie der Uran-Maschine beauftragt.³⁸¹ Fortan wurden nicht nur dessen Forschungsaktivitäten auf dieses Thema fixiert, sondern zunehmend auch dessen organisatorischen Fähigkeiten, da er zugleich an den Arbeiten in Leipzig und am Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik in Berlin beteiligt war. 1942 wurde Heisenberg dann zum Direktor an diesem Institut ernannt, da Debyes Direktorat ruhte, und mit Erlass vom 26. Februar 1943 erhielt er rückwirkend zum 1. Oktober 1942 einen Lehrstuhl für theoretische Physik an der Berliner Universität.

Zuvor hatten im Sommersemester 1941 mit Erich Bagge (1912 – 1996) und Horst Müller (1907 – 1986) nochmals je ein Schüler von Heisenberg bzw. Debye die Habilitation im Fach Physik an der Leipziger Universität beantragt und erfolgreich abgeschlossen. Die Fakultät sprach sich jedoch gegen die Verleihung einer Dozentur an Bagge aus, da die am Institut verfügbare Dozentur für den im Kriegsdienst befindlichen Euler vorgesehen sei.³⁸² Für Bagge hatte dies keine negativen Konsequenzen. Er war von Anfang an in die Arbeiten des Uran-Vereins einbezogen und arbeitete dann als Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin bzw. in Hechingen und Göttingen. Müller erhielt im November 1941 eine Dozentur für Physik. Eventuell profitierte er davon, dass Euler zu diesem Zeitpunkt seit fast einem halben Jahr nach einem Flugeinsatz an der Front als vermisst galt,³⁸³ außerdem gehörten seine Untersuchungen zumindest teilweise zur physikalischen Chemie.

Spätestens mit dem Wechsel Heisenbergs nach Berlin endete eine der glorreichsten Phasen der Leipziger Physik. An eine Fortsetzung der Tradition auf annähernd gleichem Niveau war im vierten Kriegsjahr nicht zu denken. Für die Fakultät konnte es nur darum gehen, den Anspruch auf eine ausgezeichnete theoretisch-physikalische Forschung zu dokumentieren und somit den Lehrstuhl für theoretische Physik nicht

³⁸⁰ Oft als zweiter Uran-Verein bezeichnet, da der Reichsforschungsrat bereits Ende April 1939 einen (ersten) Uran-Verein zur Erforschung der Kernspaltung als Energiequelle gegründet hatte.

³⁸¹ Lehmann/Kleint 1993, S. 17

³⁸² UAL, Phil. Fak. Nr. 93a, Protokoll Math-nat. Abt. der Phil. Fak., Bl. 261f.

³⁸³ Cassidy 1995, S. 528

unbesetzt zu lassen. Man tat dies, indem man Hund, der bereits seit 1941 Heisenberg in Lehre und Leitung des Theoretisch-Physikalischen Instituts vertreten bzw. es kommissarisch geleitet hatte, als dessen Nachfolger vorschlug. Die Fakultät nutzte diese Gelegenheit, um erstens die Einzigartigkeit der geschaffenen Schule der Physik hervorzuheben, zweitens zu unterstreichen, dass für den Erhalt dieser Tradition der Verbleib von Hund in Leipzig notwendig ist, und drittens auf die schlechte Situation in der theoretischen Physik, speziell auf den großen Nachwuchsmangel aufmerksam zu machen. Letzterer war auch der Grund, dass nicht der übliche Dreierorschlag für die Neubesetzung der Professur unterbreitet werden konnte.³⁸⁴ Das Schreiben an den Reichsminister legt nahe, dass die Fakultät eine Wiederbesetzung der Hund'schen Professur für mathematische Physik mit einem jungen Nachwuchswissenschaftler beabsichtigte und das Dresdener Ministerium forderte, als es die Berufung von Hund zum 1. Januar 1944 mitteilte, Vorschläge für die frei werdende Stelle an. Laut Aktenlage ist dies aber nicht mehr ernsthaft in Angriff genommen worden.³⁸⁵

Nach der ersten schweren Bombardierung Leipzigs durch anglo-amerikanische Bomber am 4. Dezember 1943, bei der auch das Physikalische Institut beträchtliche Zerstörungen, u. a. des großen Hörsaals, der Sammlung und der Wohnung des Institutsdirektors, erlitt, wurden die Lehr- und Arbeitsbedingungen immer schwieriger und komplizierter.³⁸⁶ Die Angriffe des folgenden Jahres fügten dem Institut weitere Schäden zu. Eine zusätzliche Belastung waren die Auseinandersetzungen Döpels mit einigen Institutsangehörigen und zeitweiligen Gästen des Instituts, u. a. wegen der unsachgemäßen Aufbewahrung und Bergung eines wichtigen radioaktiven Präparats, die bis Kriegsende andauerten und selbst im Reichsministerium für Aufsehen sorgten. Da dadurch der Arbeitsfrieden im Institut sehr gestört wurde und insbesondere das Verhältnis zwischen Döpel und Hoffmann völlig zerrüttet war, stand seit Mitte 1944 sogar

³⁸⁴ UAL, PA 6, Bl. 88

³⁸⁵ Warum die angestellten Vorüberlegungen (vgl. UAL, PA 27, Bl. 77) nicht fortgeführt wurden, konnte nicht ermittelt werden.

³⁸⁶ Bereits in dem Bericht des Dekans der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung zum Ausbau der Universität vom 21. Mai 1940 gehörten das Physikalische und das Theoretisch-Physikalische Institut zu den wegen der bestehenden baulichen Missstände an erster Stelle genannten Instituten. SächsHStA, Min. f. Volksbildung Nr.10183/31, Bl. II



Abbildung 7.6

Das zerstörte Physikalische Institut in Leipzig nach den Aufräumarbeiten

eine Wegberufung Döpels zur Diskussion.³⁸⁷ Ab Juli 1944 musste Hund zusätzlich die Vertretung des erkrankten Hoffmann übernehmen, der die seelischen Belastungen durch die Bombenangriffe und die «unglückliche politische Lage» nicht mehr ertragen konnte und in der Hallenser Universitätsnervenklinik behandelt werden musste.³⁸⁸ Da sich Hoffmanns Erkrankung als schwerwiegend (ja unheilbar) erwies und dieser kurz vor der Emeritierung stand, regte das Reichsministerium sogar Ende Februar 1945 noch an, die Fakultät möge sich zu einer raschen Neubesetzung der Stelle äußern und Hoffmann in schonender Weise nahe legen, ein Pensionierungsgesuch zu stellen.³⁸⁹ Der am 28. Mai 1945 vom Dekan mit Einverständnis von Hoffmanns Frau gestellte Antrag auf Emeritierung Hoffmanns wurde durch dessen überraschenden Tod gegenstandslos.

³⁸⁷ UAL, PA 27, Bl. 88 – 140

³⁸⁸ Fischer 1948, S. 347

³⁸⁹ UAL, PA 136, Bl. 55

Das bereits schwer in Mitleidenschaft gezogene Institut war schließlich bei dem Angriff am 6. April 1945 nahezu vollständig zerstört worden. Der Neuanfang im Sommer des gleichen Jahres begann mit einem wissenschaftlichen Personal von drei Personen: Hund und den Assistenten Christian Fischer (1916–2004) und Ernst Estel (1919–?).³⁹⁰

7.3 Das Geophysikalische Institut

Zur Abrundung des Bildes soll kurz die weitere Entwicklung des Geophysikalischen Instituts skizziert werden. Im Institut konnte die umfangreiche Forschungstätigkeit zunächst ohne Beeinträchtigung fortgesetzt werden. Weickmanns wachsende internationale Reputation und sein wissenschaftsorganisatorisches Geschick festigten den guten Ruf des Instituts. Mehrfach wurde er als wissenschaftlicher Berater für verschiedene, teilweise spektakuläre Expeditionen herangezogen und war maßgeblich an der Vorbereitung des Geophysikalischen Jahres 1932 beteiligt. Mit seiner Teilnahme an mehreren Unternehmungen sorgte Weickmann für eine größere öffentliche Kenntnisnahme von dem Institut und den dort betriebenen Studien. Derartige Reisen waren die Expedition zur grönländisch-isländischen Eisgrenze im Sommer 1930 oder die Zeppelin-Arktisfahrt ein Jahr später, an der auch Karolus teilnahm.

Ein für die wissenschaftliche Arbeit des Instituts herausragendes Ereignis war 1932 die Inbetriebnahme des Geophysikalischen Observatoriums Collm. Trotz des schwierigen wirtschaftlichen Umfeldes der Weltwirtschaftskrise hatte Weickmann die Fertigstellung des Hauptgebäudes nach etwa eineinhalbjähriger Bauzeit erreicht³⁹¹, doch zog sich die Aufstellung der Geräte und der Bau der Nebengebäude wegen weiterer finanzieller Probleme noch bis 1935 hin. Trotz der Belastung durch Bautätigkeit und nationale bzw. internationale Verpflichtungen war Weickmann auch bei der Heranbildung des wissenschaftlichen Nach-

³⁹⁰ Schiller und Karolus gehörten zu den von der amerikanischen Militärregierung in die westliche Besatzungszone deportierten Wissenschaftlern (UAL, PA 254, Bl. 73), Döpel wurde am 28. Juli auf Anordnung der sowjetischen Militärregierung nach Moskau deportiert (UAL, PA 27, Bl. 185).

³⁹¹ Insbesondere hatte er 1932 durch das Einwerben einer beträchtlichen Summe von privaten Spenden die Regierung veranlasst, den noch fehlenden Restbetrag für die Fertigstellung des Gebäudes zu bewilligen (UAL, PA 1033, Bl. 108).



Abbildung 7.7

Exkursion der wissenschaftlichen Teilnehmer an der Zeppelin-Arktisfahrt 1931 nach Friedrichshafen, 16.–20. Juli 1931; darunter Ludwig Weickmann (3. v. r.) und August Karolus (2. v. l.)

wuchses erfolgreich. Im November 1930 bewarb sich sein Schüler und mehrjähriger Assistent Bernhard Haurwitz (1905–1986) um die Venia Legendi für Geophysik mit einer Arbeit über die Wellenbewegungen in Luft und Wasser. In seinem Gutachten würdigte Weickmann die für die Wellenbewegung geschichteter Medien abgeleiteten Formeln, die zwar kompliziert und noch unübersichtlich seien, aber den Ausgangspunkt für zahlreiche Anwendungen bildeten. Er lobte die Beherrschung des geophysikalischen Materials und des mathematischen Apparats und fügte hinsichtlich der ganzen Disziplin an: «Wir brauchen in der Geophysik Theoretiker. Leipzig ist hiefür (sic!) fast die einzige Schule in Deutschland.»³⁹²

Die übrigen Gutachter, Debye, Heisenberg, Lichtenstein, Hopmann und Schiller, schlossen sich Weickmanns Urteil vorbehaltlos an, so dass das Verfahren, nachdem Haurwitz die übrigen Habilitationsleistungen

³⁹² UAL, PA 546, Bl. 11



Abbildung 7.8

Geophysikalisches Observatorium
Collm

erbracht hatte, im Mai 1931 erfolgreich abgeschlossen wurde. Ein reichliches Jahr später bat Haurwitz um Beurlaubung für die Zeit von November 1932 bis Mai 1933, um im Rahmen eines von Weickmann mit dem Geophysikalischen Institut am MIT in Cambridge (Mass.) vereinbarten Austausches am dortigen Institut bei Carl-Gustaf Rossby (1898 – 1957) zu arbeiten. Das Dresdener Ministerium genehmigte am 20. September 1932 den Austausch der Mitarbeiter der beiden Institute und gewährte Haurwitz den erbetenen Urlaub. Haurwitz, der jüdischer Abstammung war, kehrte nicht nach Deutschland zurück, Weickmann schickte ihm noch die für die Erlangung des Immigrationsvisums und einer Stelle an einer amerikanischen Einrichtung nötige Bescheinigung über die Hochschultätigkeit.³⁹³

Ein zweiter Weickmann-Schüler, Heinz Lettau (1909 – 2005), blieb der Universität nach der Habilitation ebenfalls nur noch kurze Zeit erhalten. Lettau hatte 1931 bei Weickmann promoviert und wurde nach einer zweijährigen Notgemeinschafts-Assistenz³⁹⁴ am Geodätischen Institut

³⁹³ UAL, PA 546, Bl. 18, 33. Ob Weickmann von Anfang an Haurwitz die Möglichkeit schaffen wollte, sich im Ausland eine Anstellung zu suchen, muss offen bleiben.

³⁹⁴ Die «Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft» war 1920 als Stifterverband zur

Potsdam dessen Assistent in Leipzig. Er habilitierte sich im Herbst 1936 und erhielt im August 1937 eine Dozentur. Schon in diesem Verfahren stellte Weickmann in der Beurteilung Lettaus fest, dass Letzterer zwar überall eine Zierde als Sproß der Leipziger Universität darstellen würde, sein Weggang aber ein großer Verlust für Leipzig wäre. Ein Jahr später musste Lettau auf Erlass des Reichswissenschaftsministers die neu geschaffene Observatorenstelle an der Universität Königsberg vertretungsweise ab 1. Oktober 1938 übernehmen. Die Hoffnungen der Leipziger, die Wegberufung Lettaus zu verhindern, erfüllten sich nicht. Mitte Juli 1939 wurde er rückwirkend zum 1. Mai zum Observa-



Abbildung 7.9
Heinz Lettau in der
Diskussion mit Lud-
wig Weickmann

tor in Königsberg ernannt, das eingeleitete Verfahren zur Erneuerung der Dozentur gemäß der neuen Reichshabilitationsordnung wurde in Königsberg zu Ende geführt. Leipzig verlor einen der «tüchtigsten Nachwuchsgophysiker»³⁹⁵ Deutschlands.

Im Sommer des Jahres 1935 trat ein neues Problem im Leipziger Institut auf, denn Weickmann wurde für sechs Wochen zum Reichsamt für Wetterdienst abgeordnet. Es bestand die große Gefahr, dass er nicht nach Leipzig zurückkehren durfte, denn der Reichsluftfahrtminister plante, ihn nach Berlin zu ziehen und als Präsident des Reichsamtes für

zusätzlichen Akquirierung privater Spendenmittel gegründet und 1929 in «Deutsche Gemeinschaft zur Erhaltung und Förderung der Forschung» (oft als «Forschungsgemeinschaft» abgekürzt) umbenannt worden. Zu den vielfältigen Fördermaßnahmen gehörte auch die Vergabe von Stipendien an arbeitslose Nachwuchswissenschaftler.

³⁹⁵ UAL, PA 687, Bl. 22

Wetterdienst zu berufen. Das Dresdener Ministerium für Volksbildung widersprach sofort energisch diesem Vorhaben, so dass der Dekan der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung am 16. August für das Engagement dankte und eine ausführliche Begründung mitlieferte. Er verwies auf die von Weickmann geleistete erfolgreiche Arbeit und die einschneidenden Konsequenzen: «Würde er (Weickmann, K.-H. S.) aus seiner Leipziger Arbeitsstätte fortberufen, so würde nicht nur ein junges Institut [sic!] sondern auch eine junge Wissenschaft verwaist sein.» Seine Forschungen sind in besonderer Weise an Leipzig gebunden, denn hier findet er die nötigen Nachwuchskräfte für seine Arbeiten und die «Zusammenarbeit mit den Fachvertretern der verschiedenen physikalischen Richtungen». Sein Fortgang würde «eine starke Erschütterung des Leipziger Lehr- und Forschungsgebäudes der gesamten Physik bedeuten», da Debye schon nach Berlin berufen ist und auch der Verlust von Heisenberg und Hund drohe.³⁹⁶ Der Einspruch hatte Erfolg und nach zähem Ringen konnte Weickmann zum 15. November 1936 nach Leipzig zurückkehren, nachdem er zuvor erreicht hatte, für die Zeit seiner Tätigkeit in Berlin die Lehre und Forschungsbetreuung in Leipzig im beschränkten Umfang, an jeweils drei zusammenhängenden Tagen im Monat, fortsetzen zu können. Auch als er 1939 einen Ruf an die Berliner Universität erhielt, blieb er in Leipzig. Es gelang Weickmann, den Forderungen der Ministerien bzw. Wehrmachtsstellen gerecht zu werden, ohne die Arbeit im Institut aufzugeben.³⁹⁷ Während des Krieges unterstrich er für die entsprechenden Gremien die Bedeutung des Instituts und die Notwendigkeit seines Erhalts im Interesse der Kriegsführung, indem 1940 und 1942 ein großer Teil der Wehrmachtsmeteorologen am Institut ausgebildet wurden.

Die Zerstörung des Institutsgebäudes bei dem Bombenangriff im Dezember 1943 und die Einberufung Weickmanns zum Wehrdienst am 14. Januar 1944 beendeten faktisch die Glanzzeit der Geophysik in Leipzig. Zwar fanden die Reste des Instituts Aufnahme im benachbarten Mathematischen Institut und Weickmann kehrte ein Jahr später an das Institut zurück³⁹⁸, doch verhinderten zunächst die Kriegereignisse und

³⁹⁶ UAL, PA 1033, Bl. 68f.

³⁹⁷ Vgl. hierzu und zu Weickmanns Aktivitäten [Börngen/Weickmann 2003].

³⁹⁸ Bach/Börngen/Müller 1996, S. 27; UAL, PA 1033, Bl. 129. Zwischenzeitlich wurde Weickmann durch seinen Assistenten Paul Mildner (1897–1976) vertreten (UAL, PA

dann die Deportation Weickmanns in die amerikanische Besatzungszone erste Versuche zur Neuorganisation und zum Wiederaufbau des Instituts. Auch in den folgenden Jahren vermochte es das Leipziger Geophysikalische Institut nicht, seine frühere Bedeutung wiederzuerlangen.³⁹⁹

7.4 Der mühsame Weg bei der Bewahrung der Tradition am Mathematischen Institut

Während am Physikalischen Institut 1928 eine grundlegende Neuorientierung und Konzentration der Forschung gelang (vgl. Abschn. 7.2), war am Mathematischen Institut das Ringen um ein klares Profil nach der Berufung Koebes ein unübersehbares Problem. Nicht nur, dass mit Koebe die Tradition in der mathematischen Physik nicht fortgesetzt wurde – dies konnte durch die Aktivitäten Lichtensteins im Wesentlichen ausgeglichen werden – Koebe war auch nicht die schillernde Gelehrtenpersönlichkeit, die eine neue Forschungsrichtung am Institut etablieren konnte. Die Zusammensetzung des Lehrkörpers hatte nicht die Attraktivität, um Spitzenkräfte an die Leipziger Universität zu ziehen. Dies sollte sich sehr schmerzlich bemerkbar machen, als im Spätherbst 1927 die Wiederbesetzung der Hölder'schen Professur zum Beginn des Sommersemesters 1928 anstand, weil Hölder das nach den neuen gesetzlichen Bestimmungen festgelegte Emeritierungsalter von 68 Jahren erreichte. Da der von der gebildeten Berufungskommission erarbeitete Vorschlag erst am 1. Februar 1928 der Gesamtfakultät zur Beratung vorlag, beantragte die mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung am 29. Februar, dass Hölder im kommenden Semester die frei werdende Professur vertreten durfte. Das Dresdener Ministerium erteilte die erbetene Genehmigung, es sollte nicht das letzte Mal sein.

Als Nachfolger Hölders schlug die Fakultät die an der Universität Hamburg lehrenden Wilhelm Blaschke und Emil Artin sowie Heinrich Tietze von der Münchner Universität vor. Die Verhandlungen des Ministeriums mit dem auf den ersten Platz gesetzten Blaschke machten gute Fortschritte, so dass dieser die Annahme der Berufung bereits zu-

1033, Bl. 120).

³⁹⁹ Börngen 1996, S. 71

gesagt hatte.⁴⁰⁰ Das großzügige sächsische Angebot nutzte Blaschke jedoch, um eine entsprechende Verbesserung seiner Hamburger Stelle zu erreichen. Diese Verhandlungen wurden dadurch begünstigt, dass die Hamburger Behörden von verschiedenen Seiten, u. a. von Heinrich Behnke (1898–1979), auf die Spitzenstellung Blaschkes und den möglichen Schaden, den sein Weggang für den Ruf der Hamburger Universität hätte, hingewiesen wurden. Nach kurzen Verhandlungen erhielt Blaschke am 30. Mai 1928 umfangreiche finanzielle Zugeständnisse, die das Dresdener Angebot deutlich übertrafen und insbesondere die großzügige Unterstützung bei einem Hauskauf beinhalteten.⁴⁰¹ Vermutlich konnte oder wollte das Sächsische Ministerium diese Konditionen nicht nochmals überbieten, denn in der Fakultätssitzung vom 27. Juni musste der Dekan die Ablehnung des Rufes durch Blaschke bekannt geben.⁴⁰² Der an zweiter Stelle vorgeschlagene Tietze lehnte im Februar 1929 die Professur ab. Nach erneuter Beratung unterbreitete die Philosophische Fakultät im Mai eine neue Liste, in der neben Artin der an der Universität Breslau tätige Johann Radon (1887–1956) genannt wurde. Doch auch in diesen beiden Fällen endeten die Verhandlungen mit einem für das Leipziger Mathematische Institut negativen Ergebnis, obwohl speziell bei Radon zunächst gute Aussichten bestanden haben sollen. Damit war die Philosophische Fakultät in einer sehr misslichen Lage, alle Kandidaten, «die wünschenswert waren und bei denen eine wirkliche Aussicht auf Erfolg vorlag», hatten den Ruf abgelehnt.

Die Fakultät entschied sich nun dafür, trotzdem die Anforderungen nicht zu senken, sondern dem Ministerium mit van der Waerden einen Ausländer für die Professur vorzuschlagen, «einen jungen, ganz hervorragenden Forscher . . . , der alle ihr als erwünscht erscheinenden Qualitäten aufs glücklichste vereinigt».⁴⁰³ Auf die Nennung weiterer Mathematiker wurde angesichts der schwierigen Lage verzichtet. Die Nominierung eines Ausländers für eine Professur war angesichts der

⁴⁰⁰ Die *Hamburger Nachrichten* vermeldeten bereits in ihrer Ausgabe vom 13. 3. 1928 die Berufung Blaschkes nach Leipzig.

⁴⁰¹ StA Hamburg, 361–6 Hochschulwesen, Personalakten I 128, Bd. 3, Bl. 11–13. Ich danke Frau Professor K. Reich für die Kopie dieser Aktennotiz und einiger weiterer Aktenstücke zu diesem Berufungsvorgang.

⁴⁰² UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VII 1919–1928, Bl. 371

⁴⁰³ UAL, PA 70, Bl. 9f.

wirtschaftlichen Krisensituation nicht unproblematisch, doch war das Argument der hohen wissenschaftlichen Kompetenz überzeugend genug und wurde auch im Ministerium akzeptiert. Zugleich beriet die Berufungskommission am 9. Juli über geeignete Schritte, um die Berufung van der Waerdens zu fördern, und sah diese in der persönlichen Vorsprache des Dekans im Ministerium, um die von van der Waerden geäußerten Wünsche zu unterstützen, bzw. in der Kontaktaufnahme zu van der Waerden durch dessen Landsmann Debye.⁴⁰⁴ Die Bemühungen waren erfolgreich, mit Schreiben vom 13. September teilte das Ministerium der Fakultät die Berufung van der Waerdens zum 1. Mai 1931 mit.⁴⁰⁵ Nach den langen fast schon aussichtslos scheinenden Bemühungen gelang der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung damit ein regelrechter Glücksgriff. Van der Waerden setzte nicht nur die geometrisch-algebraische Tradition Klein-Lie-Hölder fort, sondern war durch seine Göttinger «Lehrjahre» sowie seinen engen Kontakt zu Paul Ehrenfest (1880 – 1933) sehr gut mit den modernen Tendenzen der mathematischen Physik besonders im Bezug auf die Quantenmechanik vertraut. Die Schwerpunktbildung in der physikalischen Forschung fand somit eine hervorragende Ergänzung seitens der Mathematiker.

Am Mathematischen Institut waren Lehre und Forschung während der dreijährigen Suche nach einem Nachfolger für Hölder nahezu uneingeschränkt fortgesetzt worden, da Hölder Semester für Semester die Vertretung seines ehemaligen Lehrstuhls übernahm und sich lediglich von den Pflichten bei der Institutsleitung entbinden ließ. Im Januar 1929 beantragte dessen Sohn Ernst, der seit Mai 1926 als Assistent bei Lichtenstein tätig war, die Habilitation. Die ministerielle Genehmigung und die Durchführung des Verfahrens bereiteten keine Probleme, wenn man davon absieht, dass die Begutachtung der Arbeit, die der Theorie der Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten gewidmet war, fünf

⁴⁰⁴ UAL, PA 70, Bl. 13

⁴⁰⁵ Die relativ lange Zeit zwischen Abschluss der Verhandlungen und Amtsantritt könnte sich dadurch erklären, dass van der Waerden erst im Sommersemester 1928 eine Professur in Groningen erhalten hatte und nicht früher wechseln konnte. Möglicherweise spielten auch noch persönliche Gründe eine Rolle.

Monate dauerte.⁴⁰⁶ Nach der Probevorlesung erhielt Ernst Hölder am 11. Juli die Venia Legendi und lehrte fortan am Mathematischen Institut.

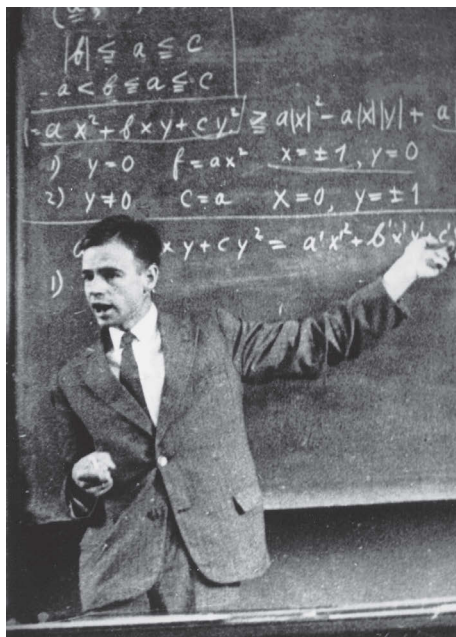


Abbildung 7.10

Bartel Leendert van der Waerden,
Ordinarius für Mathematik in Leipzig
1931 – 1945

Die mit der nationalsozialistischen Diktatur einsetzenden Repressalien trafen am Mathematischen Institut zuerst die beiden ausländischen Professoren Lichtenstein und van der Waerden sowie Levi, der die Assistentenstelle inne hatte. Am 19. April teilte der Dekan der Philosophischen Fakultät dem Ministerium in Dresden pflichtgemäß mit, dass Lichtenstein, van der Waerden und Levi möglicherweise zu den durch das Gesetz zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums betroffenen Personen gehörten. Neben einer kurzen Würdigung Lichtensteins als einen der bedeutendsten Mathematiker an deutschen Universitäten wurde zu seiner Person der Einsatz während des Ersten Weltkrieges betont. Die Stellungnahme schloss mit der Feststellung: «Das Gesetz kann nach unserer Auffassung auf ihn keine Anwendung finden.»⁴⁰⁷ Diese Fakten

⁴⁰⁶ Die Verzögerung verursachte Koebe, der drei Monate für sein Urteil brauchte. UAL, PA 1183, Bl. 10v

⁴⁰⁷ UAL, PA 692, Bl. 40

interessierten die fanatischen Parteigänger und Anhänger der NSDAP wenig, sie behinderten seine Lehrtätigkeit und entfachten im August 1933 in der *Leipziger Tageszeitung* eine Kampagne gegen ihn. Die durch diese ständigen Anfeindungen verursachten seelischen Belastungen dürften wesentlich zu seinem frühen Tod am 21. August beigetragen haben.⁴⁰⁸ Lichtenstein starb während eines Ferienaufenthalts in Zakopane an Herzversagen.

Van der Waerden wurde in der Mitteilung als Nichtarier bezeichnet und als hoch angesehener Mathematiker gewürdigt. Auf Grund seines Status als Ausländer sei aber unklar, wie die Regierung das Gesetz hier anwenden wolle.⁴⁰⁹ Van der Waerden wies den Verdacht, er würde jüdischer Abstammung sein, empört zurück und erklärte, seine arische Abstammung, wenn nötig, leicht nachweisen zu können. Doch auch er war vor den fanatischen Studenten nicht geschützt. Am 18. Mai 1933 forderte ihn der Führer der mathematischen Fachschaft auf, das Direktorat des Mathematischen Instituts an Koebe zu übergeben und trug die Angelegenheit zugleich einem Ministerialmitarbeiter vor. Wie bei der Entlassung der Assistenten am Physikalischen Institut nahm man im Ministerium zu diesem frühen Zeitpunkt der Nazi-Herrschaft noch Rücksicht auf außenpolitische Bedenken und entschied van der Waerden solle «sich nicht behindert fühlen . . . , das Direktorat des Mathematischen Instituts weiterzuführen».⁴¹⁰ Am 14. Juli wurde die Forderung erneut erhoben, diesmal vom Führer der Sächsischen Gaufachschaft Hochschule im NS-Lehrerbund Hans Ueberschaar (1885–1965) und den Studentenvertretern, und am 27. Juli dahingehend verschärft, dass die Leitung des Instituts nach dem Führerprinzip organisiert werden sollte. Die letzte Forderung bot van der Waerden die Möglichkeit zu einer deutlichen Ablehnung, denn dadurch würde die bisherige Organisationsstruktur des Instituts geändert, was nur mit Zustimmung des Ministeriums geschehen könne. Außerdem legte er «größten Wert darauf», in allen Fragen, «die das Gesamtinstitut berührten», ein Recht auf

⁴⁰⁸ Diese Ansicht ist vermutlich zuerst von Lichtensteins langjährigen Assistenten Ernst Hölder geäußert (UAL, PA 692, Bl. 47) und u. a. in den ausführlichen Würdigungen von Beckert [Beckert 1981, S. 216] und Przeworska-Rolewicz [Przeworska-Rolewicz 2005, S. 106] wiederholt worden.

⁴⁰⁹ UAL, PA 70, Bl. 17

⁴¹⁰ UAL, PA 70, Bl. 21v

Mitsprache und Meinungsäußerung zu behalten. Bei einer Unterredung im Dresdener Ministerium für Volksbildung bestätigte der Ministerialbeamte van der Waerdens Auffassung, für eine Änderung der Organisation des Instituts sei das Ministerium zuständig, eine solche sei aber nicht geplant.⁴¹¹ Dieser Standpunkt des Ministeriums wurde auch Ueberschaar und der Studentenschaft mitgeteilt. Es gehört zu den widersprüchlichen Verhaltensweisen van der Waerdens während des Nazi-Regimes, dass er einen Tag nach dem Gespräch im Ministerium eine bereits genehmigte Vortragsreise nach Princeton absagte, weil sich seine «Anwesenheit im mathematischen Institut im kommenden Winter als eine dringende Notwendigkeit ergibt».⁴¹² Möglicherweise hat van der Waerden den Erfolg in obiger Auseinandersetzung, wodurch eine vollständige Umsetzung des Führerprinzips verhindert wurde, überbewertet und, die politische Lage verkennend, geglaubt, ohne größere Zugeständnisse an das Regime seine Tätigkeit an der Universität ausüben zu können. Letztlich war van der Waerdens Verbleiben am Mathematischen Institut nur unter mancherlei Zugeständnissen möglich, was ihm in den Nachkriegsjahren wiederholt die Kritik seiner Landsleute und von Emigranten einbrachte. Zugleich erregte er mit seinen Äußerungen und Handlungen mehrfach das Missfallen der nationalsozialistischen Machthaber und Anhänger.⁴¹³ Besonders hervorzuheben ist das schon dargelegte mutige Auftreten gegen die Entlassung von Levi und drei weiteren Hochschullehrern in der Fakultätssitzung am 8. Mai 1935, das mit einem Verweis für van der Waerden endete. (vgl. Abschn. 7.2) In den folgenden Jahren gab es weitere kleine Konflikte van der Waerdens mit dem NS-Staat, die aber keine einschneidenden Konsequenzen für ihn hatten. Van der Waerden selbst hat unmittelbar nach dem Krieg diesbezüglich die Verweigerung von Auslandsreisen, u. a. zu wissenschaftlichen Tagungen, und das ihm von der faschistischen Regierung entgegengebrachte Misstrauen angeführt.⁴¹⁴

⁴¹¹ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10229/1, Bl. 95–96v

⁴¹² UAL, PA 70, Bl. 32. Tatsächlich handelte es sich um eine Gastprofessur an der Universität Princeton, um van der Waerden die Chance zu geben, seine Karriere außerhalb Deutschlands fortzusetzen.

⁴¹³ Zu der schwierigen Beurteilung von van der Waerdens Verhältnis zum nationalsozialistischen Deutschland sei stellvertretend auf [Siegmund-Schultze 1998], S. 135f., 138f. und [Soifer 2004] verwiesen.

⁴¹⁴ Soifer 2004, Teil II, S. 84. Soifer verweist jedoch auf mehrere genehmigte Reisen,



Abbildung 7.11

Friedrich Levi, ao. Professor für Mathematik in Leipzig 1923 – 1935

Levi sollte auf Anweisung des Ministeriums vom 26. Juli 1933 gekündigt werden, wogegen sowohl die drei Direktoren des Mathematischen Instituts als auch der Dekan Weickmann entschieden protestierten. Außerdem setzten sich Erich Trefftz (1888 – 1937) und einige Kollegen für ihn ein. Dieser Einspruch war sogar teilweise erfolgreich. Das Ministerium erkannte die Verdienste, «die sich Professor Levi um Deutschland als tapferer Kämpfer ... erworben habe», voll an und vermerkte, dass Levi «als Hochschullehrer» deshalb «unangefochten» bleibe.⁴¹⁵ Die Kündigung der Assistentenstelle blieb jedoch in Kraft. Entscheidend war, dass Levi seine Lehrbefähigung behielt und deshalb für den ihm früher erteilten Lehrauftrag eine Besoldung beantragt werden konnte. Dies wurde von Dekan Weickmann am 16. Oktober in die Wege geleitet und vom Ministerium schließlich am 22. Dezember 1933 genehmigt. Levi lehrte noch drei Semester, dann wurde ihm die Lehrbefähigung zum 1. Mai 1935 entzogen und er musste die Universität verlassen.⁴¹⁶ (vgl. Abschn. 7.2)

speziell in die Niederlande.

⁴¹⁵ UAL, PA 689, Bl. 47

⁴¹⁶ Levi emigrierte nach Indien und lehrte bis 1952 in Kalkutta und Bombay.

7.5 Die Wiederbesetzung der Lichtenstein'schen Professur – die Rolle der angewandten Mathematik

Der überraschende Tod Lichtensteins zwang die Philosophische Fakultät in einer schwierigen Zeit, da viele Forschungen an ihrem «praktischen Nutzen» gemessen wurden, zu einer Einordnung der «angewandten Mathematik» und deren Relation zur «reinen Mathematik». Unmittelbarer Anlass dürfte der im Dresdener Ministerium vorgelegte Antrag des Fachschaftsführers der Studenten vom 19. Oktober gewesen sein, den Lehrstuhl Lichtensteins durch eine planmäßige außerordentliche Professur für angewandte Mathematik zu ersetzen.⁴¹⁷ Die Philosophische Fakultät charakterisierte in dem Schreiben vom 7. Dezember 1933 zur Wiederbesetzung der Professur die angewandte Mathematik als ein nicht genau bestimmtes Konglomerat von zahlreichen Gebieten, z. B. darstellende Geometrie, Mechanik, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik, Vektoranalysis u. a., wobei aber die

«Hauptanwendungsgebiete der Mathematik, wie theoretische und mathematische Physik, theoretische Astronomie, Meteorologie und Geophysik nicht unter den Sammelbegriff «angewandte Mathematik» gefasst»⁴¹⁸

werden. Als Fazit wurde festgestellt, dass

«die durch die Bezeichnung «angewandte Mathematik» geschaffene nominelle Trennung zwischen reiner und angewandter Mathematik dem Wesen der Sache nicht gerecht wird.»⁴¹⁹

Diese Darlegungen bildeten die Basis für den Beschluss der Fakultät als Nachfolger Lichtensteins einen Mathematiker zu suchen, «der sich vor allem als reiner Mathematiker ausgewiesen hat, andererseits aber doch auch den Anwendungen mit ausgesprochenen wissenschaftlichen bzw. unterrichtlichem Interesse zugewandt ist».⁴²⁰ Die Anfrage des Ministeriums, ob ein Extraordinariat genüge, wurde strikt abgelehnt,

⁴¹⁷ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 2

⁴¹⁸ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 5f.

⁴¹⁹ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 8

⁴²⁰ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 8f.

ebenso die von der Fachschaft der Studenten beantragte Besetzung desselben durch Harry Schmidt (1894 – 1951).

Schmidt, ein Schüler Des Coudres, lehrte seit 1923 an der Köthener Hochschule für angewandte Technik und hielt auch Vorlesungen an der Universität Leipzig, nachdem er sich dort 1926 für theoretische und technische Mechanik habilitiert hatte. Die Vorschlagsliste umfasste dann Georg Hamel (TH Berlin), Otto Haupt (1887 – 1988) (Universität Erlangen), Erich Trefftz (TH Dresden) und Erich Kamke (1890 – 1961) (Universität Tübingen). Hamel wurde dabei außerhalb der Liste aufgeführt, da er sehr stark in die Reformbestrebungen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts involviert war und deshalb zu sehr in Berlin verankert war, um ihn nach Leipzig zu holen. Durch van der Waerden weiß man, dass die Nennung Hamels in der Kommission sehr umstritten war, und nur auf Betreiben Koebes erfolgte, der Hamel wegen dessen Schrift *Mathematik und 3. Reich* «als eine für den neuen Staat besonders geeignete Persönlichkeit» ansah.⁴²¹

Die Philosophische Fakultät hatte sich bereits Anfang 1933 mit der Frage der angewandten Mathematik beschäftigt, als von den drei Ordinarien des Mathematischen Instituts die «Erteilung eines unbesoldeten Lehrauftrags für besondere Gebiete der mathematischen Anwendungsgebiete (sic!) und Praxis» vorgeschlagen wurde.⁴²² In diesem Kontext wurde dann auch die Ernennung von Schmidt zum nichtplanmäßigen Extraordinarius diskutiert. Schmidt hielt seit 1926 am Physikalischen Institut, offenbar zur Zufriedenheit der Physiker, vornehmlich Vorlesungen zu Gebieten der klassischen mathematischen Physik und war durch Arbeiten zur mathematischen Theorie der elastischen Körper, zur mathematischen Tragflügeltheorie sowie zur Theorie der Wellengleichung hervorgetreten. Er war eine wichtige Stütze bei der theoretischen Ausbildung der Studenten geworden und seine Leistungen sollten mit der Verleihung des Professorstitels gewürdigt werden. Nachdem die eingeholten auswärtigen Gutachten über Schmidts Forschungen sehr positiv ausfielen, wurde der entsprechende Berufs Antrag einstimmig angenommen und am 3. Juli an das Ministerium geschickt.⁴²³ Einen Monat später ernannte das Ministerium Schmidt zum außerordentlichen

⁴²¹ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 49v

⁴²² UAL, Phil. Fak. Nr. 93a, Protokollbuch math.-nat. Abt., Bl. 89

⁴²³ UAL, PA 938, Bl. 36 – 41

Professor, doch musste die Fakultät im Oktober 1933 nochmals aktiv werden, da das Anhaltinische Staatsministerium die Führung des Titels untersagte. Erst der vehemente Protest der Philosophischen Fakultät und die Einschaltung des Sächsischen Ministeriums führten zur Beilegung des Konflikts und der Genehmigung von Schmidts Nebentätigkeit an der Leipziger Universität durch das Anhaltinische Staatsministerium. Diese Genehmigung wurde auch in den folgenden Jahren erteilt, doch



Abbildung 7.12

Harry Schmidt, ao. Professor für theoretische und technische Mechanik in Leipzig 1933–1937

bildete sich auf Grund der schwierigen Finanzsituation die Erstattung der Fahrtkosten als neues Problem ab dem Sommersemester 1934 heraus. Trotz der dringenden Bitte des Dekans der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung, die Vorlesungstätigkeit beizubehalten, musste Schmidt wegen seiner Abordnung an die Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof um Beurlaubung in Leipzig für das Studienjahr 1936/37 bitten und schied im Frühherbst 1937 nach seiner Berufung als ordentlicher Professor im Reichsdienst in obigem Luftfahrtinstitut ganz aus dem Lehrkörper aus.

Nach diesem Einschub soll nun die Wiederbesetzung der Lichtenstein'schen Stelle weiter verfolgt werden. Bei der Suche nach einem Nachfolger für Lichtenstein fand Schmidt keine Berücksichtigung. Die

Fakultät gab in ihrem Bericht die fehlende Breite in der wissenschaftlichen Tätigkeit als wichtigsten Grund dafür an, was mit Blick auf die im Antrag für die außerordentliche Professur und in den Gutachten formulierten Urteile über Schmidt etwas verwundert. Die Einschätzung war aber korrekt, wenn man den direkten Vergleich zu den von der Fakultät vorgeschlagenen Kandidaten zieht. Im Ministerium scheint man aber zunächst Zweifel an der Argumentation der Fakultät gehabt zu haben, dass es notwendig sei, Lichtensteins Stelle als Ordinariat zu erhalten, und forderte eine Aufschlüsselung der Aufgabenverteilung auf die einzelnen Lehrstühle am Mathematischen Institut und eine Übersicht, welche Vorlesungen in welchem Umfang vor wieviel Studenten von den einzelnen Professoren in den letzten sechs Semestern gehalten wurden. Die Vielfalt der von den drei Ordinarien und einem Extraordinarius bewältigten Vorlesungen und Übungen überzeugte das Ministerium, so dass der Lehrstuhl Lichtensteins als Ordinariat erhalten blieb, obwohl die Studentenzahlen wieder deutlich gefallen waren und im Sommersemester 1933 etwa das Niveau vom Winter 1928/29, also vor dem starken Anwachsen, erreichten. Im Verlaufe dieser Entscheidungsfindung wurden Koebe und van der Waerden nochmals zu Gesprächen ins Ministerium geladen. Interessant und nicht ohne einen bitteren Beigeschmack ist dabei das von van der Waerden vorgetragene Argument, dass die Konkurrenz zu den anderen mathematischen Zentren deutlich werden ließ:

«Nachdem Göttingen sowohl auf dem Gebiete der Physik wie auf dem der Mathematik durch die dort herrschenden besonderen Verhältnisse zusammengebrochen sei, könne Leipzig auf beiden Gebieten seine unumschränkte Herrschaft befestigen. Auf dem Gebiete der Mathematik wäre dies durch die Heranziehung Haupts der Fall.»⁴²⁴

Gemäß der vorliegenden Akten gaben auch Koebe und die maßgeblichen Stellen im Ministerium der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit den Vorrang gegenüber dem politischen Wohlverhalten und konzentrierten sich auf die Berufung Haupts. Ob noch interne Informationen vorlagen, die eine Berufung des sich sehr im Sinne des Nationalsozialismus engagierenden Hamels nach Leipzig ausschlossen, konnte nicht

⁴²⁴ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 49v

ermittelt werden. Bei den Verhandlungen mit Haupt im Ministerium am 5. März 1934 wurde bereits eine weitgehende Einigung erzielt, als Haupt noch mitteilte, dass seine Frau zur Hälfte Nicht-Arierin sei,⁴²⁵ und bat, dies nicht als Grund anzugeben, falls die Berufung daran scheitern sollte. Letzteres wurde ihm zugesichert und der Ministerialbeamte hat sich in fairer Weise auch daran gehalten. Im Ministerium war sehr schnell klar, dass man unter diesen Umständen Haupt nicht berufen würde und es begann eine intensive Suche nach einem neuen Kandidaten. Lediglich van der Waerden unternahm noch einen erfolglosen Versuch, Haupt doch noch nach Leipzig zu holen. Am 13. Juni lehnte Haupt die Berufung ab, nachdem ihm zuvor ein vertraulicher Hinweis aus dem Dresdener Ministerium zugegangen war.

Da eine Berufung von Trefftz das Problem nur von Leipzig nach Dresden verschieben würde, war man seitens des Ministeriums daran interessiert, Trefftz in Dresden zu belassen und schlug Torsten Carleman (1892 – 1949) von der Universität Stockholm sowie nochmals Schmidt vor. Die Leipziger Mathematiker forderten dagegen nachdrücklich, die Ernennung Trefftz' zu prüfen, und gaben bei Carleman, der fachlich ideal wäre, zu bedenken, dass er eine sehr gute Stelle in Stockholm habe und außerdem die Mathematik in Leipzig dann durch zwei Ausländer vertreten werde. Schmidt lehnten sie wiederum ab, da er mehr ein Kenner technischer Anwendungsmöglichkeiten als origineller Mathematiker sei und deshalb besser an eine Technische Hochschule passe.⁴²⁶ Zuvor hatte van der Waerden bei einem Gespräch im Ministerium in Dresden angeregt, Trefftz und Schmidt auszutauschen, und erklärt, wenn all die Vorgeschlagenen nicht zur Verfügung standen, sei eine Besetzung der Stelle mit der ersten Garnitur nicht möglich.⁴²⁷ Am 7. Juli erhielt schließlich Trefftz das Angebot, Nachfolger Lichtensteins zu werden, nachdem zuvor die Berufung Carlemans im Ministerium wieder fallengelassen wurde. Nach reiflichen Überlegungen lehnte er den Ruf ab.

Die Forderung des Ministeriums nach neuen Vorschlägen spaltete dann im Herbst 1934 die mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung der Fakultät. Während Koebe als Dekan der Abteilung den an der

⁴²⁵ In einem anderen Zusammenhang wurde angegeben, dass Haupt's Frau ein Viertel Nicht-Arierin sei.

⁴²⁶ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 83 – 85

⁴²⁷ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 77f.

Dresdener Technischen Hochschule tätigen Max Lagally (1881 – 1945) als einzigen Kandidaten aufstellte, favorisierten van der Waerden, Heisenberg, Hund und Weickmann den am MIT in Cambridge (Mass.) lehrenden Eberhard Hopf (1902 – 1983) und Kurt Friedrichs (1901 – 1982), der eine Professur an der Technischen Hochschule Braunschweig inne hatte. Neben dem Bericht Koebes, der vom Dekan der Philosophischen Fakultät nicht unterzeichnet wurde, ging das Sondervotum der Gruppe um van der Waerden, dem sich weitere elf Fakultätsmitglieder anschlossen, an das Ministerium in Dresden. In dem Sondervotum wurde Lagally als guter Lehrer und Forscher der «älteren mathematischen Schule» gewürdigt, dann aber die Aufmerksamkeit auf die «Entwicklung der Mathematik an der Universität Leipzig als wissenschaftliches Zentrum» gelenkt:

«Bei der großen Anzahl vakanter mathematischer Professuren in Deutschland ist zu befürchten, dass der für die künftige Entwicklung der Mathematik, auch der angewandten, wichtige jüngere Nachwuchs rasch vergriffen sein wird und dass Leipzig dabei leer ausgeht. Dieses scheint uns ein wichtiger hochschulpolitischer Gesichtspunkt . . . zu sein, und von diesem Gesichtspunkte aus erscheint die Berufung eines jüngeren Forschers, der mit der aktuellen Entwicklung der modernen Mathematik in lebendiger Fühlung steht, noch wichtiger und für die Zukunft bedeutungsvoller.»⁴²⁸

Koebe nutzte in seiner Stellungnahme zum Sondervotum die dort geäußerte Anerkennung der Leistungen Lagallys zu seinen Gunsten, beschrieb ihn als geeignetsten Kandidaten, um die eigentlichen Gesamterfordernisse der angewandten Mathematik in Lehre und Forschung zu vertreten, führte einige spezielle Kritikpunkte an Hopf bzw. Friedrichs an und argumentierte grundsätzlich, dass die moderne mathematische Physik durch Hund und van der Waerden hinreichend berücksichtigt worden sei. Der Hinweis, dass auch der im Reichsministerium tätige Theodor Vahlen (1869 – 1945) in Lagally den gegebenen Mann für Leipzig sehe, lässt zudem parteipolitische Motive bei Koebes Vorschlag vermuten.⁴²⁹ Im Ministerium wurde gemäß Aktenlage nur die Berufung Lagallys erwogen, dies allerdings erst im Herbst 1935 ernsthaft betrieben. Lagally nahm die Leipziger Professur nicht an. Da Koebe

⁴²⁸ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 116f.

⁴²⁹ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 124 – 129

durch Intervention im Ministerium erreicht hatte, dass vor Berücksichtigung des Separatvotums die Fakultät erneut befragt wurde, musste sich diese im November neu positionieren. Das Ordinariat für Mathematik war zu diesem Zeitpunkt einer von neun Lehrstühlen, die an der Philosophischen Fakultät vakant waren und teilweise dringend einer Neubesetzung bedurften.

Mit dem Argument, dass durch die Nürnberger Gesetze die Judenfrage geklärt sei, kam die Fakultät zunächst auf die Berufung Hopfs zurück und ließ durch das Dresdener Ministerium im Reichsministerium klären, ob diese möglich sei, was negativ entschieden wurde. Am 27. Februar 1936 reichte der Dekan dann eine neue Liste beim Reichsminister für Wissenschaft in Berlin ein. Nach einer Erläuterung der durch die Professur zu vertretenden Gebiete schlug er mit vollem Einverständnis der Kommission und des Fakultätsausschusses Eberhard Hopf und Hellmuth Kneser (1898–1973) (Universität Greifswald) vor und charakterisierte deren bisherige Leistungen. Außerdem hatte die Kommission noch über Werner Schmeidler (1890–1969) (TH Breslau) und Harald Geppert (1902–1945) (Universität Gießen) beraten, von deren Nominierung unter Angabe einiger Gründe aber abgesehen wurde.

Es dauerte jedoch bis zum 4. August 1936 bis das Reichsministerium der Dresdener Behörde den Auftrag gab, die Verhandlungen mit Hopf zu führen. Diese wurden dadurch kompliziert, dass sie nicht im persönlichen Gespräch erfolgen konnten, die Berufung aber möglichst zum Wintersemester 1936/37 wirksam werden sollte. In zwei ausführlichen Briefen vom Ministerium bzw. von Koebe wurde Hopf über das Angebot der Professur, die mit ihr verbundenen Aufgaben sowie die Konditionen bzw. über die Verhältnisse am Mathematischen Institut informiert. Nach kurzem Austausch über einige finanzielle Bedingungen telegraphierte Hopf am 19. September, also knapp drei Wochen nachdem der erste Brief mit der Mitteilung über die beabsichtigte Berufung abgeschickt worden war, dass er die Professur annehme.

Wenige Tage später kam es jedoch zu einer gravierenden Verschlechterung der Situation, als Hopf als judenfreundlich im Stab des Stellvertreters des Führers denunziert wurde und eine nochmalige Stellungnahme des Stellvertreters des Führers gefordert wurde. Damit war die Berufung wieder völlig in Frage gestellt. Ende Oktober wurde Hopf daraufhin nur mit der Verwaltung der Lichtenstein'schen Professur beauf-



Abbildung 7.13

Eberhard Hopf, Ordinarius für Mathematik in Leipzig 1937 – 1944

trägt.⁴³⁰ Leitende Mitarbeiter im Dresdener und im Berliner Ministerium bemühten sich, die Situation zu entschärfen und zu verdeutlichen, dass eine Rücknahme der Berufung nicht möglich sei, wohl wissend, dass sie letztlich nur auf eine günstige Entwicklung hoffen konnten. Die vom Oberregierungsrat Studentkowski im Februar 1937 von der Gauleitung Sachsen geforderte genaue Beurteilung Hopfs in politischer, fachlicher und persönlicher Hinsicht wurde in diesem Sinne positiv abgefasst und enthielt den deutlichen Hinweis, dass die Berufung nicht von einer Auskunft der Auslandsabteilung der NSDAP in den USA abhängig gemacht werden könne, nachdem Hopf «mit Zustimmung des Stellvertreters des Führers . . . den Ruf an die Universität Leipzig erhalten» habe.⁴³¹ Nach weiteren intensiven Bemühungen konnte das Dresdener Ministerium Hopf schließlich am 20. Juli 1937 die Berufung zum ordentlichen Professor der Mathematik rückwirkend zum 1. Mai 1937 mitteilen. Damit fand das durch die politischen Zeitumstände schwer belastete Verfahren nach

⁴³⁰ Zuvor hatte ab dem Wintersemester 1934/35 der Privatdozent Herbert Seifert (1907 – 1996) von der Technischen Hochschule Dresden die Professur in der Lehre vertreten.

⁴³¹ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 150

knapp vier Jahren endlich seinen Abschluss. Hopf seinerseits hat nach dem Kriegsende die Annahme der Professur in einem Brief an Courant bedauert und von einem Mangel an politischer Einsicht gesprochen.⁴³²

7.6 Die Assistenten am Mathematischen Institut

Es gehört wohl auch zu den Merkwürdigkeiten des obigen Berufungsverfahrens und spricht für die Belastungen der zwischenmenschlichen Beziehungen am Mathematischen Institut, wenn in mehreren Dokumenten nicht Lichtensteins langjähriger Assistent Ernst Hölder, sondern der Dresdener Seifert als Vertretung für Lichtensteins Vorlesungen genannt wurde, sofern man überhaupt einen Bezug auf Lichtenstein herstellte. Dabei beschränkte sich die Vertretung durch Seifert auf die darstellende Geometrie, während Hölder eine ganze Reihe weiterer Vorlesungen zu den von Lichtenstein behandelten Themen hielt. Der schwere Stand Hölders am Institut wurde auch dadurch deutlich, dass van der Waerden bereits 1934 im Ministerium dessen Unterbringung im Schuldienst anregte, da für Hölder keine Aussicht auf eine Berufung bestünde.⁴³³

Den Hintergrund dieses Dilemmas bildete die schwierige Situation des wissenschaftlichen Nachwuchses in der Zeit der Weltwirtschaftskrise, die ja auch Hopf zur Annahme eines Stipendiums und anschließend einer Professur in den USA veranlasst hatte. Hölder war es in dieser Zeit nicht gelungen, nach der Habilitation eine Professur zu erlangen, und er hatte nun das Problem, bereits zu lange auf einer Assistentenstelle zu verharren. Doch Hölder hatte noch ein weiteres, in jener Zeit viel schwer wiegenderes Handicap, das er auch nicht beseitigen konnte: Seine beiden Schwestern waren mit jüdischen Mathematikern verheiratet. Dies war auch der Grund für die Ablehnung seiner vom Dekan der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung im Mai 1936 im Einvernehmen mit dem Fakultätsausschuss beantragten Ernennung zum außerplanmäßigen außerordentlichen Professor.⁴³⁴ Dadurch wird zugleich verständlich, warum die Ablehnung des Antrags im Februar 1937 ohne Widerspruch zur Kenntnis genommen wurde, ohne dass dabei

⁴³² Siegmund-Schultze 1998, S. 138

⁴³³ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung 10230/44, Bl. 77f.

⁴³⁴ UAL, PA 1183, Bl. 78

der wahre Grund Erwähnung fand. Wohl wissend, dass Hölder die Assistentenstelle nicht unbefristet wahrnehmen könne, ergriff Hopf im Januar 1938 die Initiative, um für ihn den durch das Ausscheiden von Schmidt vakant gewordenen Lehrauftrag zu beantragen. Gleichzeitig sollte «Dr. Hölder von seiner Assistententätigkeit entbunden [werden] und einer jüngeren Kraft Platz» machen. Der Lehrauftrag umfasste eine breite Palette mathematischer Gebiete, wie Riemann'sche Geometrie, Differentialgleichungen, Vektor- und Tensorrechnung, Mechanik u. a., so dass Hölder jeweils in Ergänzung zu den Vorlesungen der Ordinarien eingesetzt werden konnte.⁴³⁵

Am 21. Februar 1938 schickte der Dekan den von den drei Ordinarien des Mathematischen Instituts unterzeichneten und von ihm befürworteten Antrag auf dem Dienstweg an das Ministerium in Dresden. Erst zu Beginn des nächsten Jahres reagierte das Ministerium und die Antwort fiel für Hölder katastrophal aus: Der Reichserziehungsminister lehnte den Lehrauftrag ab und beabsichtigte Hölders Dienstverhältnis zum 1. Juli 1939 zu widerrufen. Die Begründung nahm ausschließlich darauf Bezug, dass Hölder in absehbarer Zeit nicht «das Ziel der akademischen Laufbahn, nämlich die Berufung auf einen beamteten Lehrstuhl, erreichen werde».⁴³⁶ Weder die Bemühungen Hopfs im Dresdener Ministerium, noch ein Gutachten der drei Direktoren des Mathematischen Instituts, in dem sie neben den fachlichen Qualitäten den großen Anteil Hölders an der Ausbildung der akademischen Jugend insbesondere auf «für die Anwendungen in Physik und Technik äusserst wichtigen Gebieten» hervorhoben,⁴³⁷ noch das beigelegte Gutachten Carathéodorys, der Hölder als «einen der talentiertesten jungen Mathematiker, die wir heute in Deutschland haben» charakterisierte,⁴³⁸ konnten an der Entscheidung etwas ändern. Lediglich der Kündigungstermin wurde um einen Monat auf den 31. Juli verschoben. Zuvor, am 1. Juni, beantragte Hölder noch die Ernennung zum Dozenten neuer Ordnung, die ihm zu Beginn des Wintersemesters 1939/40 gewährt wurde. Zu diesem Zeitpunkt war es Weickmann bereits gelungen, Hölder eine Stelle an der Luftfahrtforschungsanstalt Braunschweig zu verschaffen. Die so-

⁴³⁵ UAL, PA 1183, Bl. 44

⁴³⁶ UAL, PA 1183, Bl. 53

⁴³⁷ UAL, PA 1183, Bl. 63

⁴³⁸ UAL, PA 1183, Bl. 64

ziale Existenz für Hölder und dessen Familie war damit gesichert, für das Mathematische Institut war Hölders Weggang ein großer Verlust. Hölder war in Braunschweig bis zum Kriegsende tätig und kehrte dann an das Mathematische Institut zurück, woran Weickmann wiederum einen entscheidenden Anteil hatte.

Neben Hölder waren noch Walter Brödel (1911 – 1997) und Max Deuring (1907 – 1984) als Assistenten am Institut beschäftigt. Brödel hatte 1934 promoviert und erhielt 1936 die Stelle bei Koebe, hatte also keine Probleme mit der Befristung. Anders war die Lage bei Deuring, der nach seiner Promotion bei Emmy Noether 1931 als Assistent zu van der Waerden gekommen war. Zunächst gelang es van der Waerden die bereits avisierte Kündigung Deurings zum 30. Juni 1935 mit Verweis auf die bevorstehende Habilitation um ein Semester hinauszuschieben. Als nach zwei weiteren Verlängerungen die mögliche Beschäftigungsdauer von sechs Jahren ausgeschöpft und die Kündigung zum 31. März 1937 unabwendbar war, sicherte er Deurings Perspektive, indem er im Ministerium einen Tausch der Assistenten zwischen den Universitäten Jena und Leipzig aushandelte. Deuring ging nach Jena, wo er eine Dozentur erhielt, und Hans Reichardt (1908 – 1991) kam nach Leipzig.

Reichardt habilitierte sich im Sommer 1939 mit einer zahlentheoretischen Arbeit und wurde am 2. Februar 1940 zum Dozenten mit der Lehrbefugnis für Mathematik ernannt. Am 1. April 1941 wurde er zur Küstenartillerie eingezogen, wobei er ausdrücklich nicht reklamiert werden wollte, und leistete bis März 1944 in verschiedenen Marine-Positionen seinen Kriegsdienst. In Absprache mit van der Waerden ließ er sich Ende Februar 1944 von den Pflichten des Assistenten entbinden und bewarb sich um eine Diätendozentur am Institut. Im Gegensatz zu Koebe übergang van der Waerden einfach die älteren Anrechte von Hölder auf eine solche Dozentur mit der Begründung, dieser habe ja eine gesicherte Stellung und durch Reichardts Beförderung werde «eine Assistentenstelle zur Förderung des Nachwuchses frei, worum es mir (d. h. van der Waerden, K.-H. S.) zu tun und was auch im Sinne des Ministeriums ist».⁴³⁹ Koebe stimmte schließlich der Verleihung einer Diätendozentur an Reichardt sowie dessen Nebentätigkeit als Mitarbeiter der Telefunken-Gesellschaft zu, verwies aber nochmals auf Hölder

⁴³⁹ UAL, PA 837, Bl. 64v



Abbildung 7.14

Hans Reichardt, Dozent für Mathematik in Leipzig 1940–1945

mit der Bemerkung, dass die seinerzeit gegen Hölder vorgebrachten politischen Einwendungen «im Laufe der Zeit, insbesondere vielleicht nach dem Kriege einer milderen Beurteilung Platz machen mögen, falls nicht jetzt bereits die Voraussetzungen für eine mildere Beurteilung gegeben sein sollten».⁴⁴⁰ Am 21. August wurde Reichardts Dozentur rückwirkend zum 1. April 1944 bewilligt.

Gleichzeitig mit Reichardt verließ auch Brödel das Mathematische Institut zum 1. April 1941 und nahm eine Stelle an der Forschungsstelle für Luftfahrt in Ainring (Oberbayern) an. Für die Sicherung und Bewältigung der Lehraufgaben am Institut entstanden dadurch beträchtliche Schwierigkeiten. Als eine Notlösung konnte wenigstens die Brödel'sche Assistentenstelle in zwei Stellen für wissenschaftliche Hilfskräfte unterteilt und entsprechend besetzt werden. Reichardt behielt dagegen formal seine Assistentenstelle bis zum Frühjahr 1944, diese übernahm dann im April 1944 der bereits als Kriegsveteran am Institut beschäftigte Grieche Demetrios Kappos (1904–1985).

Anfang Juli 1940 beantragte noch Hans Richter (1912–1978), der 1936 bei van der Waerden promoviert hatte und seit 1937 als Assistent am ver-

⁴⁴⁰ UAL, PA 837, Bl. 67

sicherungswissenschaftlichen Institut der Leipziger Universität arbeitete, die Habilitation und anschließend im November 1940 die Verleihung der Dozentur. Das Verfahren wurde, nachdem Koebe zwischenzeitlich Bedenken angedeutet hatte⁴⁴¹, ob die Dozentur im Interesse der Universität sei, im März 1941 erfolgreich abgeschlossen. Richter lehrte weiter am Institut für Versicherungswissenschaft.

7.7 Auseinandersetzungen um die Leitung des Mathematischen Instituts

Das im Zusammenhang mit der Situation der Assistenten erwähnte belastete Institutsklima trat auch in Konflikten zwischen den Ordinarien hervor. Am 4. Dezember 1938 wandte sich van der Waerden an Koebe und Hopf mit dem Vorschlag, «die Geschäfte des math[ematischen] Instituts fortan wieder abwechselnd von den drei Direktoren führen zu lassen».⁴⁴² Er nannte mehrere Beispiele, in denen Koebe als geschäftsführender Direktor gegen die Gleichberechtigung der drei Direktoren verstoßen und Einzelentscheidungen getroffen hatte. Weiterhin habe Koebe viele Entscheidungen verschleppt und dadurch versäumt, im richtigen Moment zu reagieren. Das Vertrauen in die Geschäftsführung ist nicht vorhanden und außerdem seien, nachdem alle Direktoren auf den Führer vereidigt wurden, die Gründe für die vorübergehende Änderung der Geschäftsführung hinfällig. In einem zweiten Schreiben an Koebe stellte van der Waerden einige Formulierungen klar und opponierte direkt gegen das Führerprinzip, da dadurch seine und Hopfs Befugnisse als Institutsdirektor eingeschränkt würden. Hopf nutzte dann am 25. Januar 1939 ein Gespräch mit Oberregierungsrat Studentkowski, um im Ministerium einen Wechsel im Direktorat als dringend erforderlich anzuregen. Damit war eine Klärung der Verhältnisse unumgänglich. Koebe verteidigte in seiner Stellungnahme an den Dekan die bisheri-

⁴⁴¹ Die Erklärung der Fakultät, dass die Dozentur im Interesse der Universität sei, war nach der Reichshabilitationsordnung von 1939 eine notwendige Voraussetzung für die Verleihung des Titels durch den Reichsminister. Durch diese Verordnung hatten die nationalsozialistischen Machthaber den Zugang zu einer akademischen Karriere so reglementiert, dass nur ihnen genehme Wissenschaftler diesen Weg beschreiten konnten.

⁴⁴² UAL, Phil. Fak. B 1/14: 23, Bd. 1, Bl. 24

ge Vorgehensweise, da bis zur Berufung Hopfs keine reale Alternative in der Institutsleitung bestanden habe. Er entwickelte dann eine Aufgliederung der Dienstpflichten auf die einzelnen Direktoren als neues Leitungsmodell, dem aber die Mitdirektoren nicht zugestimmt hatten. Man habe sich auf die Rückkehr zum alten Wechsel in der Geschäftsführung geeinigt, wobei weiterhin das Führerprinzip gelten sollte. Mit dem Hinweis, dass die Studentenschaft, im Gegensatz zur Ansicht van der Waerdens, auch weiterhin einen Ausländer nicht als Geschäftsführer akzeptieren würde, schlug Koebe vor, Hopf ab 1. April 1939 die Leitung des Instituts zu übertragen.⁴⁴³ Nach Rücksprache mit Hopf und van der Waerden leitete der Dekan Koebes Vorschlag zustimmend an das Ministerium weiter, bat lediglich, in dem ministeriellen Erlass keine zeitliche Befristung aufzunehmen. Am 27. März wurde Hopf durch den sächsischen Minister für Volksbildung zum geschäftsführenden Direktor des Mathematischen Instituts auf unbestimmte Zeit bestellt, wobei dieser noch anmerkte, dass zur Zeit nicht zu dem jährlichen Wechsel im Direktorat zurückgekehrt wird.⁴⁴⁴ Der Konflikt schien damit einvernehmlich gelöst zu sein, doch die Ressentiments blieben.

Dies wurde bald deutlich als Hopf im März 1942 auf Antrag des Reichsministers für Luftfahrt zu Arbeiten an die Deutsche Forschungsstelle für Segelflug in Ainring beurlaubt wurde. Koebe schilderte in seiner vom Dekan erbetenen Stellungnahme die schwierige Situation, die durch die Beurlaubung Hopfs gerade hinsichtlich der angewandtmathematischen Belange im Unterrichtsbetrieb entstehe, nachdem zuvor schon die Dozenten Hölder, Reichardt und Richter, der Professor der Astronomie Josef Hopmann (1890–1975) und der Assistent Brödel im Verlauf der letzten Jahre ausgeschieden seien. Er stimmte dem Urlaubsgesuch zu, da «die dort (in Ainring, K.-H. S.) zu bietende Leistung kaum von jemand anders übernommen werden könnte».⁴⁴⁵ Der Dekan Rudolf Heinz (1900–1960) erklärte daraufhin sein Einverständnis mit der Beurlaubung Hopfs für das Sommersemester 1942, alles weitere sollte noch offen bleiben. Außerdem regte er an, zu prüfen, ob Hopf einen Teil der Vorlesungsaufgaben von Ainring aus übernehmen könnte. Dies scheiterte letztlich an den ungünstigen Verkehrsbedingungen. Bei

⁴⁴³ UAL, Phil. Fak. B 1/14: 23, Bd. 1, Bl. 29–31

⁴⁴⁴ UAL, Phil. Fak. B 1/14: 23, Bd. 1, Bl. 33

⁴⁴⁵ UAL, PA 591, Bl. 59–60

der Beurlaubung für das folgende Wintersemester 1942/43 versagte der Dekan seine Zustimmung, da in diesem Semester zahlreiche beurlaubte Wehrmichtsangehörige an die Universität kämen, die einen ordentlichen Unterricht erhalten müssten, was ebenfalls eine große Bedeutung habe. Der Einspruch hatte jedoch keinen Erfolg, das Reichsministerium für Luftfahrt reklamierte die Tätigkeit Hopfs in Ainring als kriegswichtig und setzte sich durch. In den nächsten beiden Semestern unternahm Dekan Heinz keinen weiteren Versuch, Hopf an der Universität zu halten. In der Stellungnahme zur beabsichtigten Berufung Hopfs an die Universität München schrieb er resignierend, die Fakultät habe sich bereits damit abgefunden, dass Hopf für die Dauer des Krieges ausfalle, die Wegberufung ändere also nichts an der Situation. Vielmehr habe sich Koebe zuversichtlich zur Gewinnung eines Nachfolgers geäußert, woraus die Fakultät die Hoffnung ziehe, «bald nach der Wegberufung den Lehrstuhl wieder besetzen zu können. Daraus ergibt sich meine Stellungnahme dahin, der Berufung ihren Lauf zu lassen, ...»⁴⁴⁶ Am 17. April 1944 teilte das Dresdener Ministerium der Philosophischen Fakultät die Berufung von Hopf an die Universität München rückwirkend zum 1. April durch den Reichserziehungsminister mit und forderte Vorschläge für die Wiederbesetzung der Stelle an. Die Protokolle der Philosophischen Fakultät enthalten erst zur Sitzung vom 26. Juli den Eintrag zur Information über diese Berufung. Neben der grundsätzlichen Schwierigkeit, zu diesem Zeitpunkt überhaupt noch Kandidaten für die Wiederbesetzung der Hopf'schen Professur zu benennen, dürften auch die zwischen Koebe und van der Waerden neu aufgebrochenen Differenzen die Suche eines Nachfolgers nicht gefördert haben. Auf der einzigen Sitzung im Wintersemester 1944/45 am 28. Februar 1945 stellte die Fakultät entsprechend dem Kommissionsbericht die Wiederbesetzung der ordentlichen Professur für Mathematik zurück.

Mit der Beurlaubung Hopfs ging der Posten des geschäftsführenden Direktors wieder an Koebe über. Als van der Waerden Mitte April 1942 ohne Absprache mit Koebe einen Humboldt-Stipendiaten aus Bulgarien und dann am 17. Juli den ehemaligen Stipendiaten Kappos aus Griechenland als Kriegsveteran für die Assistentenstelle Reichardts vorschlug, kam es zum erneuten Zerwürfnis zwischen beiden. Van der Waerden hatte dabei auf den sog. Schnellbrief des Reichserziehungs-

⁴⁴⁶ UAL, PA 591, Bl. 86

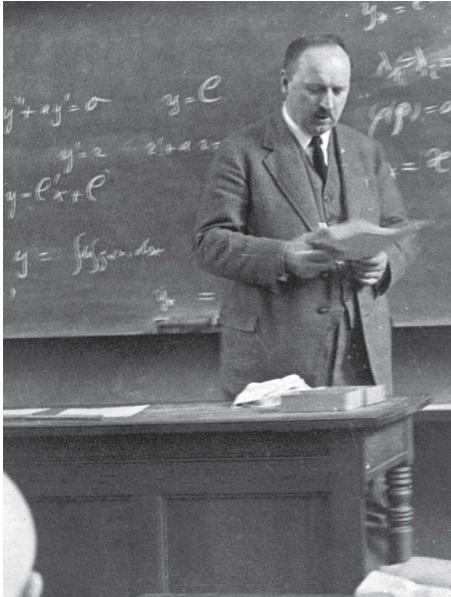


Abbildung 7.15

Paul Koebe, ao. Professor für Mathematik in Leipzig 1910–1914 bzw. Ordinarius 1926–1945

ministers vom 25. März reagiert, der den Einsatz von Ausländern aus dem befreundeten Ausland als Hilfskräfte auf Stellen ermöglichte, deren ursprüngliche Inhaber zum Kriegsdienst eingezogen waren und die nicht wieder besetzt wurden. Ohne alle Einzelheiten der Angelegenheit nachzuvollziehen, sei festgestellt, dass Koebe nachdrücklich auf der Respektierung des Führerprinzips in seiner Rolle als geschäftsführender Direktor sowie seiner Position als Vertrauensmann der Fakultät für die Gesamtgestaltung des mathematischen Unterrichts bestand und unter Hervorhebung seiner eigenen Aktivitäten einige objektive Gründe anführen konnte, die eine rasche Realisierung von van der Waerdens Vorschlag ungünstig erscheinen ließen. Wann genau die Einstellung von Kappos als Kriegsveteran erfolgte, konnte nicht ermittelt werden.⁴⁴⁷

Im Januar 1943 brach der Konflikt in Verbindung mit der Beurlaubung Hopfs erneut auf. Van der Waerden fühlte sich von Koebe ungenügend bzw. falsch informiert und beschwerte sich darüber beim Rektor. Zugleich bat er um «Klarstellung der Befugnisse der Direktoren». Koebe

⁴⁴⁷ Kappos ist erstmals im Personalverzeichnis der Universität für das Sommersemester 1943 verzeichnet und war, obwohl er im Personalverzeichnis für das Sommersemester 1945 nicht genannt wird, bis nach Kriegsende an der Universität (vgl. UAL, Phil. Fak., B1/11, Bd. 2, Bl. 40).

betrachte sich nicht nur als geschäftsführenden Direktor, sondern als Führer des Mathematischen Instituts. Van der Waerden bestand aber auf Gleichberechtigung der Institutsdirektoren und beantragte, entweder den regelmäßigen Wechsel in der Geschäftsführung wieder einzuführen, oder, falls dies nicht möglich sei, Hopf als geschäftsführend einzusetzen.⁴⁴⁸ Es bedurfte großer Anstrengungen des Dekans, um den Konflikt beizulegen. Abgesehen von einer Entschuldigung für einige, in der Erregung gemachte unüberlegte Äußerungen konnte sich van der Waerden durchsetzen, denn am 30. März 1943 brachte der Rektor Berve in einen Brief an Koebe abschließend seinen Standpunkt zum Ausdruck,

«daß der geschäftsführende Direktor eines Instituts zu den anderen Direktoren nicht in einem Führerverhältnis, sondern in einem bloß kollegialen Verhältnis steht. ... Einem Mitdirektor ausländischer Staatsangehörigkeit gegenüber wird er von einer Informierung oder Heranziehung zur Beratung absehen, wenn der betreffende Fall in der gegenwärtigen Kriegszeit es als unerwünscht erscheinen läßt, daß ein Ausländer von ihm Kenntnis erhält.»⁴⁴⁹

Es darf wohl davon ausgegangen werden, dass nach all diesen Auseinandersetzungen zwischen Koebe und van der Waerden nur noch eine formale, auf die notwendigen Dinge des Institutsbetriebs beschränkte Zusammenarbeit stattfand. Dieses gespannte Verhältnis dürfte auch die Suche nach einem möglichen Nachfolger von Hopf ab dem Sommersemester 1944 belastet haben. Letzteres konnte dann erst im Rahmen des Wiederaufbaus des Mathematischen Instituts nach Kriegsende geschehen.

7.8 Die Erneuerung des Instituts für Versicherungswissenschaft

An dieser Stelle soll kurz ein Vorgang skizziert werden, der außerhalb der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung, ja teilweise sogar außerhalb der Philosophischen Fakultät ablief, der aber mit Blick auf die spätere Entwicklung und auf Teile der wissenschaftlichen Basis, auf der

⁴⁴⁸ UAL, Phil Fak. B 1/14: 23, Bd. 1, Bl. 54–54v

⁴⁴⁹ UAL, Phil Fak. B 1/14: 23, Bd. 1, Bl. 65

er beruhte, für die allseitige Charakterisierung der Rahmenbedingungen für mathematisch-physikalische Studien nicht außer Acht gelassen werden kann. Es handelt sich um die Gründung eines Forschungs- und Lehrinstituts für Versicherungswissenschaft. Am 11. Juni 1936 stellte der Dekan der Philosophischen Fakultät im Einvernehmen mit der zuständigen Kommission der Fakultät beim Sächsischen Ministerium für Volksbildung den Antrag, «die an der Leipziger Universität bestehenden versicherungswissenschaftlichen Einrichtungen zu erhöhter Leistungsfähigkeit auszubauen» und ein solches Institut zu gründen. In der Begründung verwies er auf die lange gute Tradition der Versicherungswissenschaft an der Leipziger Universität, die zu den wenigen gehört, an der «in den letzten Jahren sämtliche Disziplinen der Versicherungswissenschaft gepflegt» wurden und die in der Fülle des Lehrangebots an der Spitze aller Universitäten Deutschlands steht. Angesichts der notwendig gewordenen «umfassenden Reform des Studiums der Versicherungswissenschaften» würden die Verhältnisse «für eine Neugestaltung der Einrichtungen und für die Schaffung genügender Voraussetzungen für ein vertieftes Studium der Versicherungswissenschaften» in Leipzig «besonders günstig» liegen.⁴⁵⁰ Zur Vorbereitung der Gründung waren bereits Beziehungen zu großen ortsansässigen Versicherungsunternehmen hergestellt und erste Stiftungsgelder eingeworben worden.

Das Institut für Versicherungswissenschaft war im Dezember 1912 trotz des Einspruchs der Philosophischen Fakultät an der Juristischen Fakultät begründet worden, da sich damals wesentliche Lehrinhalte auf das Versicherungsrecht konzentrierten und dafür «ein hervorragend bewährter Gelehrter mit Lehrauftrag» in dieser Fakultät vorhanden war, die Unterstellung eines Instituts unter zwei Fakultäten aber den allgemeinen Gepflogenheiten widersprach.⁴⁵¹ Die Zuordnung des Instituts trug außerdem der Tatsache Rechnung, dass der Erstimpuls zu dessen Errichtung durch das Reichsamt des Innern erfolgte, das sich im Zusammenhang mit der Erarbeitung der Reichsversicherungsordnung Ende 1911 für eine stärkere Berücksichtigung der Reichsversicherungsgesetzgebung in der universitären Lehre eingesetzt hatte. Die Versicherungsmathematik gehörte ebenfalls zum Lehrprogramm, wurde aber, da die Leitung des Mathematischen Instituts erklärte, keine Kräfte bereit-

⁴⁵⁰ UAL, PA 1190, Bl. 47–48, für den vollständigen Antrag siehe Bl. 47–54.

⁴⁵¹ UAL, Phil. Fak., Inst. f. Versicherungswissenschaft, B 1 14⁴⁶, Bl. 1

stellen zu können, von einem Vertreter der Praxis unterrichtet.⁴⁵² Sehr bald ging jedoch die dominierende Stellung des Versicherungsrechts in der Versicherungswissenschaft deutlich zurück und damit auch das Interesse der Juristischen Fakultät.

Der größte Teil der Ausbildung in der Versicherungswissenschaft fiel in den Kompetenzbereich der Philosophischen Fakultät, so dass wegen der spätestens seit der Ende der 20er Jahre auftretenden Raumnot innerhalb der Juristischen Fakultät die Bereitschaft reifte, unter gewissen Bedingungen das Institut für Versicherungswissenschaft aus der Fakultät auszugliedern. Es verwundert daher nicht, dass dem obigen Vorschlag der Philosophischen Fakultät zur Schaffung eines Forschungs- und Lehrinstituts für Versicherungswissenschaft seitens der Juristischen Fakultät nicht widersprochen wurde und auch die wenigen strittigen Punkte relativ rasch geklärt wurden. Es waren dies die Unterstellung des Instituts unter die philologisch-historische Abteilung der Philosophischen Fakultät, die Besetzung des Direktorpostens mit dem Volkswirtschaftler Walter Große (1894 – 1973), bei dessen gleichzeitiger Berufung zum Ordinarius, und der Verbleib von Teilen der Bibliothek in der Juristischen Fakultät.

Durch ein sehr geschicktes Vorgehen gelang es insbesondere Große, das Interesse und die Unterstützung der in Mitteldeutschland ansässigen Versicherungsunternehmen zu gewinnen und für mehrere Jahre große Teile des Finanzbedarfs des Instituts durch Stiftungsgelder abzudecken, eine stabile Zusammenarbeit mit der Praxis vorzubereiten und ähnlichen Initiativen an anderen Hochschulen zuvorzukommen. Angesichts dieses Engagements bemühten sich auch die zuständigen Stellen im Dresdener Ministerium, den Umgestaltungsprozess des Instituts für Versicherungswissenschaft zu befördern. Nachdem die Berufungsfragen und die schwierige Raumfrage befriedigend gelöst waren, fand am 10. Dezember 1937 die offizielle Eröffnungsfeier des neuen Instituts für Versicherungswissenschaft statt. Insgesamt kann der gesamte Prozess der Institutsumgestaltung und die Organisation der Arbeit des Instituts wohl als ein Meisterstück der effektiven Kooperation zwischen Universität, Ministerien und Versicherungswirtschaft angesehen werden.

Wichtiger Bestandteil des Instituts war die Pflege der Versicherungsmathematik und -statistik. Zu diesem Zweck wurde bereits in einer

⁴⁵² UAL, Univ.-Rentamt, Nr. 1616, Bl. 4–4v

Anlage zu dem Antrag die Berufung von Felix Burkhardt (1888 – 1973) zum planmäßigen Extraordinarius für Versicherungsmathematik, -statistik und -betriebslehre vorgeschlagen. Die Klärung der Formalitäten für die Freigabe und Entpflichtung Burkhardts von seiner Tätigkeit im Sächsischen Statistischen Landesamt gestalteten sich schwieriger als erwartet, so dass er erst am 11. März 1938 rückwirkend zum 1. März als planmäßiger Extraordinarius für Versicherungsmathematik und Leiter der gleichnamigen Abteilung III des Instituts für Versicherungswissenschaft berufen wurde.⁴⁵³ Wenn auch der Schwerpunkt auf der Versicherungsmathematik lag, so erhielt damit die mathematische Statistik und deren Anwendungen eine wichtige Heimstatt an der Leipziger Universität. Die bereits erwähnte Habilitation von H. Richter im Oktober 1940 in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der Philosophischen Fakultät belegte die Fortschritte in der wissenschaftlichen Arbeit und die guten Beziehungen zu den Mathematikern, die schon die Einrichtung der Burkhardt'schen Professur nachdrücklich unterstützt hatten.

Als 1942 die Professur für Statistik neu zu besetzen war, unterbreitete die Fakultät zwar einen Dreivorschlag, hob aber Burkhardt deutlich hervor. Die beiden anderen Kandidaten waren der Extraordinarius Oskar Anderson (1887 – 1960) von der Universität Kiel und der Leipziger Studienrat Carl Meyrich (1892 – 1981). Burkhardt wurde am 13. April 1943 zum Sommersemester 1943 als Ordinarius berufen und lehrte bis zum Kriegsende. In der Phase des Wiederaufbaus und der Neueinrichtung der Universität bildete die Burkhardt'sche Professur dann 1952 den Ausgangspunkt für die Gründung des Instituts für mathematische Statistik. Dem Institutsdirektor Große gelang es sogar noch, eine Wiederbesetzung der Burkhardt'schen Stelle zu erreichen. Im Mai 1943 wandte er sich diesbezüglich an den Dekan der Philosophischen Fakultät und schlug Richter als Nachfolger vor. Zwei Monate später schickte dann der Dekan nach weiteren Beratungen den obligatorischen Dreivorschlag über den Reichsstatthalter in Sachsen an den Reichserziehungsminister. Neben Richter wurden der in Oslo als Professor lehrende Norweger Birger Meidell (1882 – 1958) und Günther Schulz (1903 – 1962) von der Technischen Hochschule in Berlin genannt. Der Dekan ließ jedoch keinen Zweifel daran, dass Meidell und Schulz nur aufgenommen wurden, um

⁴⁵³ UAL, PA 1190, Bl. 87. In dem Schreiben heisst es Institut für Versicherungsmathematik statt Versicherungswissenschaft.

**Abbildung 7.16**

Felix Burkhardt, ao. Professor für Versicherungswesen und Statistik in Leipzig 1930–1938 bzw. für Versicherungsmathematik 1938–1943, ordentlicher Professor für Statistik 1943–1945

den formalen Kriterien zu genügen, wobei Letzterer ausdrücklich nur erwähnt, nicht vorgeschlagen wurde, da er u. a. keine Praxiserfahrungen hatte.⁴⁵⁴ Per Erlass des Reichserziehungsministers vom 13. Januar 1945 wurde Richter rückwirkend zum 1. Oktober 1944 zum planmäßigen außerordentlichen Professor für Versicherungsmathematik ernannt. Für die Lehre an der Universität hatte die Berufung keine Auswirkung, denn Richter war im Juli 1944 als wissenschaftlicher Mitarbeiter an das Ballistische Institut der Technischen Akademie der Luftwaffe in Berlin für die Dauer des Krieges dienstverpflichtet worden,⁴⁵⁵ so dass Burkhardt die Vertretung seiner ehemaligen Professorenstelle übernehmen musste.

⁴⁵⁴ UAL, PA 237, Bl. 68–76

⁴⁵⁵ UAL, PA 237, Bl. 63

7.9 Der schwere Stand der Astronomie

Zeitgleich mit dem Mathematiker Otto Hölder hätte auch der Astronom Bauschinger zum Ende des Wintersemesters 1927/28 aus dem Amt scheiden müssen. Die Wiederbesetzung beider Professuren wurde einer Kommission übertragen. Während man für den mathematischen Lehrstuhl geeignete Kandidaten benennen konnte, kam die Kommission bezüglich der Astronomie zu der Ansicht: «daß ein Nachfolger, der alle von der Leipziger Sternwarte zur Zeit zu stellenden Anforderungen zu erfüllen vermöchte, insbesondere ein specieller Vertreter der theoretischen Astronomie nicht gewonnen werden kann, während dies in einigen Jahren sehr wohl möglich sein könnte», und schlug vor, die Emeritierung Bauschingers um zwei Jahre zu verschieben.⁴⁵⁶ Die Philo-



Abbildung 7.17

Julius Bauschinger, Ordinarius für
Astronomie in Leipzig 1920–1930

sophische Fakultät nahm den Vorschlag in ihrer Sitzung vom 1. Februar 1928 einstimmig an. Im November 1929 beriet die leicht veränderte

⁴⁵⁶ UAL, Protokoll Phil. Fak., Bd. VII, Bl. 351

Kommission⁴⁵⁷ dann erneut über die Zukunft der Leipziger Astronomie. Zur Verdeutlichung der Problematik sei daran erinnert, dass sich die Fakultät 1920 vor allem aus finanziellen Gründen für die Fortsetzung der von H. Bruns gepflegten theoretischen und messenden Astronomie sowie gegen die Berücksichtigung der Astrophysik entschieden hatte, mit der Hoffnung, dies später einmal korrigieren zu können. Doch eine Erweiterung hinsichtlich der Astrophysik war bisher nicht erfolgt und auch jetzt erlaubten die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen keine großen Neuinvestitionen. So entschied man sich für eine Fortsetzung der bisherigen Tradition auf möglichst hohem Niveau, wobei zugleich im Interesse des internationalen Renommées der Posten des Rendanten der Astronomischen Gesellschaft weiterhin in Leipzig verbleiben sollte.

Unter Einbeziehung von mehreren auswärtigen Kollegen, wie der Physiker von Laue, Einstein und Geiger bzw. der Astronomen Paul Guthnick, Hans Kienle (1895–1975) und Elis Strömngren (1870–1947), wurde eine erste, zehn Personen umfassende Kandidatenliste aufgestellt, von denen Hopmann, Richard Prager (1883–1945), Georg Struve (1886–1933) und Carl Wirtz (1876–1939) in die engere Wahl gezogen wurden. Alle vier wirkten als Observatoren an den Sternwarten in Bonn, Berlin-Neubabelsberg bzw. Kiel. Zuvor hatte Weickmann seinen Vorschlag, Lichtenstein auf den Astronomie-Lehrstuhl zu berufen, unter der Maßgabe zurückgezogen, dass die Kommission ernsthaft prüfe, wie die verheißungsvollen Ansätze Lichtensteins bezüglich neuerer mathematischer Theorien in der Himmelsmechanik fortgeführt werden können.⁴⁵⁸ Neben der zu starken mathematischen Ausrichtung war für die Kommission ausschlaggebend, dass es schwieriger sei, einen würdigen Nachfolger für Lichtenstein zu bekommen als für Bauschinger, ein Argument, das angesichts der Rufablehnungen bei der Wiederbesetzung des Hölder'schen Lehstuhls verständlich war. Nach eingehender Diskussion stellte die Kommission einstimmig die Vorschlagsliste mit der Reihenfolge Hopmann, Prager und Struve auf, die von der Fakultät gebilligt und am 7. März 1930 an das Ministerium in Dresden geschickt wurde. Der Spitzenkandidat hatte sich zwar in der gesamten beobachten-

⁴⁵⁷ Statt Hölder und Rinne, gehörten nun Wilhelm Ruhland (1878–1960) als Dekan und Hund, neben Bauschinger, Debye, Heisenberg, Koebe, Lichtenstein, Le Blanc und Weickmann zur Kommission.

⁴⁵⁸ UAL, PA 12, Bl. 6v

den Astronomie, in der astrometrischen wie in der astrophysikalischen Richtung durch seine Arbeiten ausgewiesen, es fehlten aber Beiträge zur theoretischen Astronomie, doch erblickte die Kommission darin keinen entscheidenden Makel. Am 30. Juli teilte das Ministerium der Fakultät die Berufung von Hopmann zum 1. Oktober 1930 als Ordinarius für Astronomie und Geodäsie sowie als Direktor der Sternwarte mit.



J. Hopmann un.

Abbildung 7.18

Josef Hopmann, Ordinarius für Astronomie in Leipzig 1930–1945

Hopmann widmete sich mit großem Engagement der Modernisierung der Sternwarte einschließlich baulicher Veränderungen und scheute auch nicht die dafür notwendigen, langwierigen und mühsamen Verhandlungen mit den Finanzbehörden. Zugleich wurden die Arbeiten an der Sternwarte in der Bruns-Bauschinger'schen Tradition fortgesetzt, die Hopmann durch eigene astrophysikalische Untersuchungen ergänzte. Ein Ausdruck für die intensive, den Mitarbeitern aber oft kaum Freiräume lassende wissenschaftliche Arbeit an der Sternwarte waren die 16 astronomischen Dissertationen, die im Verlaufe von Hopmanns Amtszeit angefertigt wurden.

Im Juni 1931 ergab sich dann durch das Habilitationsgesuch des Lichtenstein-Schülers Aurel Wintner (1903 – 1958) die Chance, auch die theoretische Astronomie wieder stärker zu berücksichtigen. Da Wintner Ungar, also Ausländer, war und große Teile seiner Ausbildung an ausländischen Universitäten absolviert hatte, war nach den Fakultätssatzungen die Habilitation nicht ohne weiteres möglich. Während Lichtenstein



Abbildung 7.19

Aurel Wintner

das Gesuch befürwortete und Hopmann zumindest auf das Bedürfnis verwies, die theoretische Astronomie zu stärken, erhob Koebe «Bedenken einen Ausländer zu habilitieren, bes. angesichts der Schwierigkeiten für den gesamten (sic!) deutschen wissensch[aftlichen] Nachwuchs». Er forderte, das Bedürfnis einer Habilitation in theoretischer Astronomie zu prüfen und ob nicht «dafür geeignete deutsche Kandidaten jetzt oder binnen Kurzem in Frage kommen».⁴⁵⁹ Die Entscheidung überließ die Fakultät der für das Habilitationsverfahren gebildeten Kommission, die dann jedoch überflüssig wurde. In der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung am 13. Januar 1932 musste der Dekan

⁴⁵⁹ UAL, Phil. Fak. Nr. 93a, Protokoll math.-nat. Abt., Bl. 60

mitteilen, dass die Habilitationsschrift inzwischen publiziert worden war, was gegen die Bestimmungen der Habilitationsordnung verstieß. Die Fakultät konnte nun das Habilitationsgesuch ablehnen und dem Bewerber die Möglichkeit geben, eine neue Arbeit einzureichen, oder auf eine Habilitationsschrift verzichten. Lichtenstein erläuterte zwar, dass die Publikation durch den Fehler eines Redakteurs der *Mathematische(n) Zeitschrift* zustande gekommen war, doch entschied sich die Abteilung wesentlich auf Druck von Koebe und Hopmann für die erste Variante.⁴⁶⁰ Die ausländerfeindlichen Argumente wogen für die Mehrzahl der Abteilungsmitglieder schwerer als der Gewinn an wissenschaftlicher Leistungsfähigkeit und Ansehen.

Fast vier Jahre später, im November 1935, beantragte Werner Schaub (1901 – 1959) die Habilitation für Astronomie mit einer Arbeit über spektralphotometrische Untersuchungen des Sternsystems Zeta Aurigae. Er hatte als Assistent an der Sternwarte in Bonn schon mit Hopmann zusammengearbeitet, war mit diesem 1930 nach Leipzig gekommen und hatte eine Stelle als planmäßiger Assistent inne. Vor der Antragstellung hatte sich Schaub neun Monate bis zum 1. Oktober 1935 beurlauben lassen, um in den Askania Werken Berlin, also im wissenschaftlichen Instrumentenbau, zu arbeiten. Die beiden Hauptgutachter Hopmann und Weickmann lobten die «äußerst sorgfältige» Arbeit und auch bei den übrigen Habilitationsleistungen zeigte sich die Kommission sehr befriedigt, so dass das Verfahren mit der Verleihung der Urkunde vom 4. April 1936 erfolgreich abgeschlossen wurde.⁴⁶¹ Schaub's Habilitation hatte aber keine Erweiterung des Lehrangebots zur Folge, denn zum September 1936 wurde er zum Assistenten am Astronomischen Recheninstitut der Universität Berlin ernannt. Das Verfahren zu der von Schaub im April 1936 beantragten Erteilung einer Lehrbefugnis für Astronomie konnte in Leipzig nicht mehr abgeschlossen werden, er erhielt die Dozentur dann 1937 in Berlin.

Die folgenden Jahre waren durch die relativ rasche Folge von Habilitationen gekennzeichnet. Nach über 20-jähriger Assistententätigkeit an der Sternwarte beantragte Josef Weber (1888 – 1972) 1937 die Habilitation gemäß des sog. Ausnahmeparagraphen, § 4, auf Basis bereits veröffentlichter Arbeiten. Die mit der Begutachtung der Arbeiten beauftragte

⁴⁶⁰ UAL, Phil. Fak. Nr. 93a, Protokoll math.-nat. Abt., Bl. 70

⁴⁶¹ UAL, PA 6090, Bl. 25v-28 (Gutachten), 34, 39.

Kommission, speziell Hopmann und Weickmann, kamen jedoch zu einem negativen Urteil. Hopmann begründete ausführlich seine Zweifel, dass der Ausnahmeparagraph hier angewandt werden könne und schätzte den überwiegenden Teil der Arbeiten als nicht selbständige Leistungen ein. Für Weickmann erfüllte keine der vorgelegten Arbeiten die «Anforderungen, die an eine Habilitationsschrift gestellt werden müssen».⁴⁶² Weber zog daraufhin seinen Antrag im November 1937 zurück, um zwei Jahre später mit einer eigens dafür angefertigten Arbeit erneut um die Habilitation nachzusuchen. Die vier Gutachter, Hopmann, Kienle, Weickmann und Hoffmann, stellten jedoch eine ungenügende theoretische Bearbeitung und Durchdringung des Stoffes fest. Während Hopmann und Hoffmann zu einer Ablehnung der Arbeit tendierten, waren die beiden anderen bereit, Weber die Möglichkeit zu einem vertieften Ausbau zu geben, einschließlich einer Durchrechnung eines der vorgelegten Verfahren und der Angabe der Fehlergrenzen. Diesem Vorschlag stimmten die meisten Fakultätsmitglieder zu. Weber reichte im März 1941 jedoch nur einen Nachtrag ein, der die Forderungen der Gutachter kaum berücksichtigte und deshalb von diesen abgelehnt wurde. Der Dekan teilte Weber am 25. Juli 1941 die Ablehnung seiner Arbeit mit. Weber arbeitete weiter am Institut, obwohl er hinsichtlich Alter und wissenschaftlicher Leistung nicht den neuen Richtlinien für eine Assistentenstelle entsprach. Als bei dem Bombenangriff vom 4. Dezember 1943 seine Wohnung völlig zerstört wurde, wohnte er zunächst bei Bekannten in der Oberpfalz und nahm im März 1944 ein Angebot an, in Prag eine Volkssternwarte aufzubauen, ohne aber offiziell die Entlassung als Assistent an der Leipziger Universität zu beantragen. Dies erfolgte erst nach Kriegsende 1945.

Vermutlich im Februar 1937⁴⁶³ beantragte Karl Pilowski (1905–1991) die Zulassung zur Dozentur für Astronomie beim Reichserziehungsminister. Er hatte sich an der Berliner Universität habilitiert und sah an der Leipziger Universität, an der er seit 1. Oktober 1936 als Assistent beschäftigt war, eine günstige Chance, die Lehrtätigkeit aufzunehmen. Hopmann bestätigte im Juni in der obligatorischen Stellungnahme für das Ministerium, dass ein dringendes Bedürfnis für diese Dozentur bestünde, da seit dem Tode Hayns im Jahre 1928 die Astronomie in

⁴⁶² UAL, PA 2454, Bl. 19–20, Bl. 17–18 (Gutachten Hopmann)

⁴⁶³ Der in den Akten vorhandene Antrag ist ohne Datum. UAL, PA 809, Bl. 1

der Lehre immer nur durch einen Professor vertreten wurde, was nicht dem raschen Aufschwung dieser Disziplin bzw. dem an anderen Universitäten erreichten Standard entsprach. Nachdem sich das Verfahren wegen einiger Formalitäten, insbesondere wegen der noch fehlenden politischen Beurteilung durch den NS-Dozentenbund, verzögert hatte, verlieh der Reichserziehungsminister Pilowski am 5. Mai 1938 die Dozentur für Astronomie. Im April 1939 wiederholte Pilowski seinen Antrag und bat um eine Anerkennung der Dozentur im Sinne der Reichshabilitationsordnung vom 1. Oktober 1938. Diesmal verzögerten der erneut geforderte Nachweis der arischen Abstammung sowie Pilowskis Einberufung zu einer Militärübung das Verfahren, das erst im Oktober 1940 erfolgreich abgeschlossen wurde.

Wenige Monate vor Kriegsbeginn habilitierte sich noch Werner Lohmann (1911 – 1983) mit einer Arbeit zur Astrophysik. Er hatte 1936 bei Hopmann promoviert und war dann für zwei Jahre als Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft an der Sternwarte beschäftigt gewesen, bevor er eine Assistentenstelle an der Sternwarte Heidelberg erhielt. Hopmann lobte in seinem Gutachten zur Habilitationsschrift Lohmanns Fähigkeiten im Beobachten, Reduzieren der Daten und in der Diskussion der Fehlerquellen, kritisierte aber einige Oberflächlichkeiten in den abschließenden Erörterungen, die wohl durch den raschen Wechsel nach Heidelberg verursacht seien. Dieser Wechsel war eine Folge der ungünstigen Perspektive in Leipzig, denn Hopmann musste für den Bericht des Dekans über das Habilitationsverfahren einschätzen, dass die Erteilung einer Dozentur an Lohmann zwar im Hochschulinteresse sei, in Leipzig ein weiterer Dozent für Astronomie neben Pilowski jedoch nicht nötig ist.⁴⁶⁴

Mit Hans-Ullrich Sandig (1909 – 1979) habilitierte sich 1941 ein weiterer Hopmann-Schüler in Leipzig. Er hatte 1933 in Leipzig promoviert und war 1938 nach mehreren befristeten Anstellungen für zwei Jahre als Stipendiat an die Sternwarte zurückgekehrt. Die als Abschluss dieses Aufenthaltes geplante Habilitation kam wegen des Kriegsausbruchs nicht zustande, doch erhielt Sandig von der Wehrmacht dann von November 1940 bis Mitte März 1941 Studien- und Prüfungsurlaub, in dem er in Auswertung seiner früheren Beobachtungsergebnisse in Südafrika

⁴⁶⁴ UAL, PA 6080, Bl. 45. Lohmann erwarb die Dozentur an der Universität Heidelberg.

die Habilitationsschrift über die räumliche Anordnung der Zodiakallichtmaterie anfertigen und die notwendigen Prüfungen ablegen konnte. Die Fakultät hatte die Habilitation befürwortet, da sie einen zweiten Dozenten für Astronomie wünschte, doch musste Sandig nach Abschluss des Verfahrens zum Kriegsdienst zurückkehren. Sie unterstützte es daher auch, als auf Initiative Hopmanns im Juli 1942 das Verfahren zur Erteilung der Lehrbefugnis an Sandig eingeleitet wurde. Die Lehrprobe verlief jedoch nicht befriedigend, so dass der Dekan in dem Bericht an den Reichserziehungsminister nur dafür plädieren konnte, die Erteilung einer Lehrbefugnis vorläufig abzulehnen und dem Kandidaten die Möglichkeit einzuräumen, die Lehrprobe später wiederholen zu dürfen.⁴⁶⁵ Die entsprechende Entscheidung des Reichsministers wurde Sandig am 30. März 1943 durch den Dekan mitgeteilt.

Seit 1935 fungierte der 1930 zum 1. Observator aufgestiegene Naumann auch als Vertreter des Direktors der Sternwarte.⁴⁶⁶ In dieser Eigenschaft führte er die Geschäfte des Sternwartendirektors und Rendanten der Astronomischen Gesellschaft und sicherte den Lehrbetrieb während der Abwesenheit Hopmanns.⁴⁶⁷ Da Letzterer sich mit großem Eifer an den jährlichen Reichswehr- bzw. Wehrmachtsübungen beteiligte, hatte er sich ab 1934 mit großer Regelmäßigkeit vertreten lassen müssen. Hinzu kamen Exkursionen, die er im Zusammenhang mit seinen Studien zur germanischen Sternkunde durchführte.⁴⁶⁸ Die Hinwendung zur nationalsozialistischen Ideologie und das Eintreten für deren Ziele hat sowohl Hopmanns Forschungen als auch das Verhältnis zu seinen Mitarbeitern beeinflusst.⁴⁶⁹

Am 27. August 1939 wurden Hopmann und Pilowski zu einer «militärischen Übung von nicht absehbarer Dauer» eingezogen. Im Novem-

⁴⁶⁵ UAL, PA 1767, Bl. 88

⁴⁶⁶ Zum stellvertretenden Direktor der Sternwarte wurde Naumann nach eigenen Angaben offiziell erst am 6. Juli 1945 ernannt. UAL, PA 2872, Bl. 3–5

⁴⁶⁷ Die Vorlesungsververtretung übernahm meist der Göttinger Astronom Kienle.

⁴⁶⁸ Ohne die inhaltlichen Unterschiede zur Deutschen Physik bzw. Deutschen Mathematik zu verkennen, stand auch die germanische Sternkunde unter dem starken Einfluss der nationalsozialistischen Ideologie.

⁴⁶⁹ Über das gespannte Verhältnis Hopmanns zu vielen seiner Mitarbeiter berichtete der Zeitzeuge Robert Lauterbach (1915–1995) in einem Interview mit Frau G. Münzel am 8. Januar 1986. Ich danke Frau Münzel für den Hinweis und die Möglichkeit, ihre Aufzeichnungen zu dem Interview einzusehen.

ber teilte Hopmann dem Dekan seine beabsichtigte Lehrtätigkeit im Sommersemester 1940 mit und bat, ihn mit Hinweis auf die wehrtechnische Notwendigkeit der Geodäsievorlesung vom Berliner Reichserziehungsministerium jeweils montags für das Abhalten der Vorlesung vom Dienst in der Artilleriebeobachtungsschule Jüterbog beurlauben zu lassen. Die Freistellung (jeweils montags bzw. samstags) wurde für die drei Trimester 1940 und auf erneuten Antrag für das erste Wintersemester 1941 genehmigt. Die Arbeit an der Sternwarte war in dieser Zeit spürbar beeinträchtigt und diente zunehmend der Befriedigung von Kriegsinteressen. Bei der Bombardierung Leipzigs am 4. Dezember 1943 wurde das Hauptgebäude der Sternwarte mit allen größeren Instrumenten und der wertvollen Bibliothek völlig zerstört. An systematische astronomische Arbeiten war fortan nicht mehr zu denken. Soweit es durch die Kriegsverpflichtungen möglich war, beteiligte sich Hopmann an den Aufräumungsarbeiten in der Sternwarte, hielt Vorlesungen und widmete sich intensiv der Neuorganisation des Institutsbetriebs. Er plante die Einrichtung einer «Notsternwarte» auf dem bisherigen Gelände, hatte aber auch immer, in völliger Verkennung der Lage, den seit den 30er Jahren angestrebten Neubau einer Sternwarte in der Nähe des Geophysikalischen Observatoriums am Collm als Außeninstitut im Blick. Zur Sicherung der instrumentellen Ausstattung erhielt er den Befehl, aus Sternwarten in den von der deutschen Armee eroberten Gebieten astronomische Instrumente zu Gunsten der Leipziger Sternwarte zu beschlagnahmen und abtransportieren zu lassen. Im März 1944 schlug er noch seinen Mitarbeiter Pilowski zur Ernennung zum außerplanmäßigen Extraordinarius vor und verfasste den Kommissionsbericht, der die Grundlage für das Schreiben des Dekans vom 15. September 1944 an das Reichserziehungsministerium bildete. Die Berufung wurde jedoch nicht mehr ausgesprochen, was sowohl durch die Aktenlage als auch durch spätere biographische Angaben Pilowskis⁴⁷⁰ bestätigt wird. Ab Juli 1944 leitete Hopmann die neu geschaffene «Arbeitsgruppe der Kriegsmarine bei der Universitätssternwarte Leipzig», die in Großsteinberg bei Grimma untergebracht war und zu der der größte Teil des verfügbaren Personals der Sternwarte abgeordnet wurde.⁴⁷¹

⁴⁷⁰ Vgl. Poggendorff, Bd. VIIa, Teil 3: L-R, S. 576

⁴⁷¹ Ich danke Frau G. Münzel für diesen Hinweis und eine Kopie des Befehls vom 15. Juli 1944 zur Errichtung der Arbeitsstelle.



Abbildung 7.20

Karl Pilowski, Dozent für Astronomie
in Leipzig 1938 – 1945

Nach der Beendigung des Krieges reduzierte sich das wissenschaftliche Personal des Astronomischen Instituts und der Sternwarte auf den Observator Naumann, nachdem einigen Mitarbeitern u. a. wegen der Beteiligung an Arbeiten für die Kriegsindustrie gekündigt worden war. Hopmann, der zu den durch die Mitarbeit in der NSDAP belasteten Personen gehörte,⁴⁷² zog es vor, nach seiner Entlassung aus englischer Kriegsgefangenschaft im August 1945 nicht nach Leipzig zurückzukehren. Trotz der Bemühungen von Naumann, Weickmann, dem Physiker Fischer und anderen kam der Neuanfang nur schleppend voran und scheiterte schließlich völlig.⁴⁷³

⁴⁷² In einer diesbezüglichen Beurteilung des Dekans vom 1. Juni 1945 heisst es zur Entlastung Hopmanns, dass er «nur scheinbar stärker hervorgetreten» sei und «in Wirklichkeit unbedeutende Parteiarbeit» geleistet habe (UAL, PA 12, Bl. 59).

⁴⁷³ Zu den Bemühungen um einen Erhalt der Astronomie an der Leipziger Universität sei auf [Ilgauds/Münzel 1995] S. 48 – 51 verwiesen.

8 Das Lehrangebot in Mathematik und Physik in den Jahren 1928 – 1945

Die folgende Übersicht über das mathematische und physikalische Lehrangebot schließt direkt an die entsprechenden Betrachtungen für den Zeitabschnitt 1905–1928 an. Die dort getroffenen Festlegungen bezüglich der Auswahl der verzeichneten Vorlesungen treffen ungeändert für diesen Zeitraum zu. Die Vorlesungen deckten eine breite Themenpalette ab, die die rasche Entwicklung in den beiden Disziplinen überzeugend widerspiegeln, wobei die physikalischen Vorlesungen nicht zuletzt wegen der hervorragenden Stellung der Quantenmechanik und Atomphysik stärker die aktuellen Forschungen berücksichtigten als die mathematischen. Einen breiten Raum nahm in der Physik außerdem die Behandlung von technischen Anwendungen ein. Diese Vorlesungen, u. a. zur Elektrotechnik, Hochfrequenztechnik, Flugtechnik, Fernmelde-technik und Farbenphotographie, wurden in der Übersicht weitgehend weggelassen. Angesichts der allgemein gestiegenen Einbeziehung mathematischer Methoden bei der Behandlung physikalischer Probleme erschien es auch angebracht, eine Reihe weiterer Lehrveranstaltungen wegzulassen, bei denen eine tiefgründige theoretische Fundierung der jeweiligen Gebiete bzw. Fragestellungen nicht angenommen werden konnte. Hierzu zählte auch die im gleichen Umfang wie im vorangegangenen Zeitraum fortgesetzte «Höhere Physik», da sie für einen breiten Hörerkreis experimentelle und mathematische Ergänzungen zur allgemeinen Experimentalphysik präsentierte.

Hervorhebenswert ist bei beiden Disziplinen die stärkere Betonung der Arbeit mit den Studierenden. War bereits zu Beginn der 20er Jahre die Zahl der Vorlesungen mit Übungen deutlich angestiegen, so setzte sich dieser Trend fort. Zu den meisten wichtigen Vorlesungen fanden

Übungen statt, außerdem gab es mehrere, gewöhnlich als Seminare bezeichnete Veranstaltungen, um den akademischen Nachwuchs an die wissenschaftliche Forschung heranzuführen. Diese Seminare waren der Vorstellung und Diskussion der neueren Literatur oder eigener Arbeitsergebnisse gewidmet. Besonders bekannt wurde das von Heisenberg zuerst mit Wentzel, dann mit Hund durchgeführte Seminar zur Struktur der Materie, das ein Forschungsseminar im besten Sinne war und die Teilnehmer direkt mit den einzelnen am Leipziger Theoretisch-Physikalischen Institut bearbeiteten Themen bekannt machte. Die Diskussionen während und nach den Seminaren bildeten für die jungen Wissenschaftler eine gute Gelegenheit zum Gedankenaustausch mit den zahlreichen Gästen des Leipziger Physikalischen Instituts und lieferten ihnen oft wertvolle Anregungen für die eigene Arbeit.⁴⁷⁴

Eine ähnliche Rolle wie die Übungen und Seminare bei der Wissensvermittlung in den mathematisch bzw. theoretisch orientierten Gebieten spielten die Praktika für den experimentellen bzw. technischen Bereich, so dass das Auftreten des analogen Effekts kaum verwundert. Auch bei den Praktika kam es nach einer ersten Zunahme zu Beginn der 20er Jahre zu einer Angebotserweiterung sowohl bei der differenzierteren Gestaltung der Kurse hinsichtlich des Teilnehmerkreises, als auch in der thematischen Ausrichtung. Am Mathematischen Institut wurde ab dem Sommersemester 1928 ebenfalls ein Anfängerpraktikum eingerichtet, das mit jeweils rund 130 Teilnehmern in den ersten Jahren einen großen Zuspruch erfuhr.

Die Einrichtung bzw. Ausdehnung der Praktika und Übungen bedeutete speziell am Mathematischen Institut zugleich den Kampf um zusätzliche Finanzmittel für die erforderlichen Hilfskräfte, die anfangs für jedes Semester neu beantragt werden mussten. Zugleich erhielt das Anfängerpraktikum durch die Ordinarien für Mathematik eine wichtige Funktion bei der Sicherung einer guten Ausbildungsqualität. Nach Abschluss des Praktikums erhielt die Mehrzahl der Teilnehmer einen beratenden Brief, in dem insbesondere eine klare Empfehlung zum Abbruch bzw. zur Fortsetzung des Studiums gegeben wurde. Nach dem Praktikum 1931/32 wurde beispielsweise 10 Studierenden geraten, das Studium unbedingt aufzugeben, und weiteren 38 ein Wechsel der Studi-

⁴⁷⁴ Zu den Seminarteilnehmern vergleiche die Übersicht von Chr. Kleint in [Kleint/Wiemers 1993], S. 137f.

enrichtung «mehr oder weniger bedingt» nahegelegt.⁴⁷⁵ Doch nicht nur leistungsschwache Studenten, sondern auch die besonders talentierten konnten in den Praktika frühzeitig erkannt und gefördert werden. Für die Zeit ab Sommersemester 1933 wurden in den Akten im Sächsischen Hauptstaatsarchiv Dresden bzw. im Bundesarchiv Berlin-Lichterfelde keine weiteren Berichte über die Durchführung des Anfängerpraktikums aufgefunden.

Im Einzelnen wurden folgende Vorlesungen zur mathematischen und theoretischen Physik gehalten, wobei geringfügig im Titel voneinander abweichende Vorlesungen unter einem Titel erfasst und größere Abweichungen in Klammern angefügt wurden. Zur besseren Übersicht erfolgte wieder eine grobe Einteilung in Teilgebiete.

Theoretische Physik (Überblick)⁴⁷⁶

Mechanik

SS 1928 Heisenberg (mit Übungen)⁴⁷⁷ • SS 1930 Heisenberg (mit Übungen) • SS 1932 Hund (mit Übungen) • SS 1934 Heisenberg (mit Übungen) • WS 1936/37 Hund (mit Übungen) • WS 1938/39 Heisenberg (mit Übungen) • 2. TS 1940⁴⁷⁸ Hund (mit Übungen) • WS 1941/42 Heisenberg (mit Übungen) • WS 1943/44 Hund (Übungen) • WS 1944/45 Hund (mit Übungen)

Wärmelehre

Thermodynamik und kinetische Gastheorie: WS 1928/29 Heisenberg (mit Übungen) • Wärmelehre: WS 1930/31 Hund (mit Übungen) • WS 1932/33 Heisenberg (mit Übungen) • WS 1934/35 Hund (mit Übungen) • SS 1937 Heisenberg (mit Übungen) • SS 1939 Hund (mit Übun-

⁴⁷⁵ SächsHStA Dresden, Min. f. Volksbildung Nr. 10229/1, Bl. 75–80

⁴⁷⁶ Die Vorlesungen bildeten jeweils einen viersemestrigen Kursus zur theoretischen Physik, was ab SS 1930 durch den Zusatztitel Theoretische Physik I (Mechanik), - II (Wärmelehre), - III (Elektrizitätslehre) bzw. - IV (Optik) hervorgehoben wurde. Bei dem ersten Kursus von Heisenberg SS 1928–WS 1930/31 waren die Titel noch nicht standardisiert, ab WS 1943/44 fehlten die Zusätze.

⁴⁷⁷ Die Bezeichnung «Übungen» nach dem Namen bedeutet, dass die Lehrveranstaltung als Übung zu dem angegebenen Stoffgebiet angekündigt wurde. Der Zusatz «mit Übungen» besagt dagegen, dass die Übungen als zusätzliche Lehrveranstaltung zu den Vorlesungen über das jeweilige Stoffgebiet durchgeführt wurden.

⁴⁷⁸ Die Abkürzung TS bedeutet Trimester. Das Jahr 1940 wurde in drei Trimester, Januar–März, April–Juli und September–Dezember unterteilt. Das Wintersemester 1941 (WS 1941) umfasste dann den Zeitraum Januar–März.

gen) • 3. TS 1940 Heisenberg (mit Übungen) • SS 1942 Hund (mit Übungen) • WS 1943/44 Hund • SS 1945 Hund (mit Übungen)

Elektrodynamik (Elektrizitätslehre)

SS 1929 Heisenberg (mit Übungen) • SS 1931 Heisenberg (mit Übungen) • SS 1933 Hund (mit Übungen) • SS 1935 Heisenberg (mit Übungen) • WS 1937/38 Hund (mit Übungen) • WS 1939/40 Heisenberg (mit Übungen) • WS 1941 Heisenberg (mit Übungen) • WS 1942/43 Hund (mit Übungen) • SS 1944 Hund (mit Übungen)

Optik

WS 1929/30 Heisenberg (mit Übungen) • WS 1931/32 Heisenberg (mit Übungen) • WS 1933/34 Heisenberg (mit Übungen) • WS 1935/36 Hund (mit Übungen) • SS 1938 Heisenberg (mit Übungen) • 1. TS 1940 Hund (mit Übungen) • SS 1941 Hund (mit Übungen) • SS 1943 Hund (mit Übungen)

Grundfragen der modernen Physik

WS 1934/35 Heisenberg

Seminar über elementare theoretische Physik

WS 1935/36 Hund • SS 1941 Heisenberg

Atom- und Quantenphysik

Einführung in die Atomphysik

SS 1936 Heisenberg (mit Übungen)

Probleme der Atomphysik

SS 1928 Heisenberg

Atomphysik (Besprechung neuerer Arbeiten)

SS 1935 Kirchner

Einführung in die Atomistik

SS 1938 Hund • WS 1941/42 Hund

Theorie der Atomkerne

SS 1933 Heisenberg • WS 1935/36 Heisenberg • WS 1937/38 Heisenberg

Einführung in die Atomtheorie

2. TS 1940 Heisenberg

Theorie des Atoms und der Molekel

WS 1931/32 Hund

Atombau

WS 1943/44 Hund (mit Seminar)

Theorie der Neutronen

1. TS 1940 Heisenberg

Das Neutron und seine Bedeutung für die Kernphysik

SS 1943 Möbius • SS 1944 Möbius

Einführung in die Quanten- und Wellenmechanik

WS 1936/37 Heisenberg (mit Übungen)

Anwendung der Quantenmechanik

SS 1929 Heisenberg

Physikalische Grundlagen der Quantentheorie

SS 1932 Heisenberg

Einführung in die Quantentheorie

WS 1933/34 Hund • 3. TS 1940 Hund (mit Übungen) • SS 1942 Heisenberg

Ausgewählte Kapitel der Quantentheorie

WS 1933/34 Heisenberg • WS 1941 Hund • SS 1943 Hund

Felder und Teilchen in der Quantentheorie

SS 1939 Hund

Quantenmechanik

SS 1930 Hund (mit Übungen) • SS 1934 Hund • WS 1938/39 Hund (mit Übungen)

Quantentheorie des festem Körpers

WS 1930/31 Heisenberg

Aufbau der Materie

SS 1935 Hund • SS 1937 Hund • WS 1939/40 Hund • SS 1944 Hund (mit Seminar) • WS 1944/45 Hund (Seminar) • SS 1945 Hund (Seminar)

Seminar über die Struktur der Materie

SS 1928 Heisenberg • WS 1928/29 Heisenberg • SS 1929 Heisenberg • WS 1929/30 Heisenberg • SS 1930 Heisenberg • WS 1930/31 Heisenberg • SS 1931 Heisenberg • WS 1931/32 Heisenberg • SS 1932 Heisenberg • WS 1932/33 Heisenberg • SS 1933 Heisenberg • WS 1933/34 Heisenberg • SS 1934 Heisenberg • WS 1934/35 Heisenberg • SS 1935 Heisenberg • WS 1935/36 Heisenberg • SS 1936 Heisenberg • WS 1936/37 Heisenberg • SS 1937 Heisenberg • WS 1937/38 Heisenberg • SS 1938 Heisenberg • WS 1938/39 Heisenberg • SS 1939 Heisenberg • WS 1939/40 Heisenberg • 1. TS 1940 Heisenberg • 2. TS

1940 Heisenberg • 3. TS 1940 Heisenberg • WS 1941 Heisenberg • SS 1941 Heisenberg • WS 1941/42 Heisenberg • SS 1942 Heisenberg • WS 1942/43 Hund • SS 1943 Hund

Theorie des Molekelbaues

WS 1929/30 Hund (mit Übungen)

Kernumwandlungen durch Neutronen

WS 1939/40 Möbius

Das physikalische System der chemischen Elemente

WS 1933/34 Marx

Häufigkeit der Elemente, Isotope, Isobare

SS 1943 Döpel

Elektronen, Atome, Moleküle

WS 1928/29 Möbius • WS 1930/31 Möbius • WS 1934/35 Möbius

Grundlagen vom Atombau und Spektrallinien

SS 1929 Marx (mit Experimenten) • WS 1929/30 Möbius • 2. TS 1940 Döpel • WS 1942/43 Döpel

Mathematische Grundlagen und deren Anwendung

Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften

SS 1928 Wentzel (mit Übungen) • SS 1930 Hund • WS 1932/33 Hund (mit Übungen) • WS 1934/35 Hund (mit Übungen) • WS 1937/38 Hund (mit Übungen) • 1. TS 1940 Magnus (mit Übungen) • 3. TS 1940 Magnus (mit Übungen) • WS 1941/42 Hund (mit Übungen) • WS 1942/43 Magnus • WS 1943/44 Magnus • WS 1944/45 Magnus

Mathematische Methoden der Physik

SS 1936 Hund (mit Übungen)

Einführung in die mathematische Behandlung der Physik

3. TS 1940 Hund (mit Übungen)

Mathematische Hilfsmittel der modernen Physik (Kugel- und Zylinderfunktionen)

WS 1928/29 Wentzel

Vektor- und Tensoranalysis

SS 1929 Schmidt • WS 1934/35 Schmidt • WS 1936/37 Schmidt

Hamilton-Jacobi'sche Theorie der Dynamik

SS 1934 Schmidt

Anwendung funktionentheoretischer Methoden (insbes. konforme Abbildungen)

SS 1933 (auf mechanisch-technische Probleme) Schmidt • WS 1933/34 (auf die Strömungslehre) Schmidt

Theorie der Schwingungen materieller Systeme (Einführung in die gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen der Mechanik)

WS 1929/30 Schmidt

Graphische Statik

WS 1928/29 Schmidt • WS 1932/33 Schmidt (Übung) • SS 1945 Schiller

Strahlungsphysik

Röntgenstrahlen; Kathodenstrahlen

SS 1928 Möbius • SS 1929 Möbius • SS 1930 Möbius • SS 1931 Möbius • SS 1933 Möbius • SS 1934 Kirchner • WS 1934/35 Kirchner • SS 1935 Kirchner • WS 1935/36 Möbius • SS 1937 Möbius • SS 1939 Döpel • WS 1943/44 Döpel • WS 1944/45 Möbius

Korpuskularstrahlen

SS 1935 Möbius • WS 1936/37 Möbius • SS 1939 Möbius • 1. TS 1940 Döpel • WS 1941/42 Möbius • WS 1943/44 Möbius • SS 1944 Döpel

Kathodenstrahlen und lichtelektrischer Effekt

SS 1930 Marx

Lichtelektrizität

WS 1939/40 Kaempf

Lichtelektrische Erscheinungen

WS 1941/42 Döpel

Elektrizitäts-Durchgang durch Gase

SS 1931 Marx

Röntgen- und γ -Strahlen

WS 1930/31 Marx • 3. TS 1940 Möbius • SS 1942 Möbius

Erdmagnetismus (und Polarlicht)

WS 1929/30 Weickmann • WS 1935/36 Weickmann • SS 1938 Lettau • SS 1944 Weickmann

Höhenstrahlung

WS 1937/38 Möbius • WS 1941 Möbius • WS 1942/43 Möbius

Theorie der Strahlung

SS 1931 Hund (mit Übungen)

Theorie der kosmischen Strahlung

SS 1939 Heisenberg

Durchgang von Korpuskularstrahlung durch Materie

SS 1933 Bloch

Luftlektrizität

SS 1945 Weickmann

Sonnen- und Himmelsstrahlung

SS 1932 Haurwitz • WS 1938/39 Lettau

Theoretische Mechanik**Dynamik der starren Körper**

SS 1944 Hund

Technische Mechanik starrer Körper

WS 1928/29 Schiller • WS 1931/32 Schiller • WS 1934/35 Schiller • WS 1937/38 Schiller • 2. TS 1940 Schiller (mit Übungen) • SS 1943 Schiller • SS 1945 Schiller

Technische Mechanik

SS 1931 Schiller • WS 1933/34 Schiller • SS 1937 Schiller • 1. TS 1940 Schiller (mit Übungen) • WS 1942/43 Schiller

Prinzipien der Mechanik

SS 1932 Schmidt

Höhere Mechanik

SS 1935 Schmidt

Mechanik der Kontinua

WS 1930/31 Schmidt • WS 1935/36 Schmidt

Elastizitätstheorie

WS 1928/29 Schmidt • WS 1932/33 Schmidt (mit Übungen) • SS 1934 Schmidt

Elastizität und Festigkeit

SS 1929 Schiller • SS 1932 Schiller • SS 1935 Schiller • SS 1938 Schiller • SS 1941 Schiller • WS 1943/44 Schiller

Theorie der Schwingungen

WS 1931/32 Schmidt • WS 1933/34 Schmidt • WS 1935/36 Schmidt

Theorie der Wellenbewegungen

SS 1930 Schmidt • SS 1932 Schmidt

Hydro- und Aerodynamik

(Analytische) Hydrodynamik

SS 1928 Schmidt • SS 1931 Schmidt • SS 1933 Schmidt

Hydro- und Aerodynamik

WS 1929/30 Schiller • SS 1930 Schiller^{*479} • SS 1932 Schiller* • WS 1932/33 Schiller • WS 1933/34 Schiller* • SS 1934 Schiller* • WS 1934/35 Schiller* • SS 1935 Schiller* • WS 1935/36 Schiller • SS 1936 Schiller* • WS 1936/37 Schiller* • SS 1937 Schiller* • WS 1937/38 Schiller* • SS 1938 Schiller* • WS 1938/39 Schiller* (mit Übungen) • WS 1938/39 Schiller⁴⁸⁰ • WS 1939/40 Schiller* • 1. TS 1940 Schiller* • 2. TS 1940 Schiller* • 3. TS 1940 Schiller* • 3. TS 1940 Schiller • WS 1941 Schiller* • WS 1941 Schiller • SS 1941 Schiller* • WS 1941/42 Schiller* • SS 1942 Schiller* • WS 1942/43 Schiller* • SS 1943 Schiller* • WS 1943/44 Schiller* • SS 1944 Schiller* • SS 1944 Schiller • WS 1944/45 Schiller • WS 1944/45* Schiller • SS 1945 Schiller*

Theorie des Fluges

SS 1936 Schmidt • WS 1937/38 Schmidt

Einführung in die Ballistik

SS 1936 Schmidt

(Thermo-)Dynamik der Atmosphäre

WS 1928/29 Weickmann • SS 1929 Weickmann • WS 1930/31 Weickmann • WS 1931/32 Weickmann • SS 1932 Weickmann • WS 1933/34 Weickmann • WS 1934/35 Weickmann • WS 1936/37 Weickmann • SS 1937 Weickmann • WS 1939/40 Weickmann • 2. TS 1940 Weickmann • WS 1941 Weickmann • WS 1941/42 Weickmann • SS 1942 Weickmann • WS 1942/43 Weickmann (mit Übungen) • WS 1943/44 Weickmann • SS 1944 Weickmann

Eigenschwingungen der Atmosphäre. Die Energetik der Luftbewegungen

1. TS 1940 Weickmann

⁴⁷⁹ Die mit * gekennzeichneten Lehrveranstaltungen wurden als Besprechung neuer Arbeiten zur Hydro- und Aerodynamik, sowie zur Thermodynamik angekündigt, hatten also seminaristischen Charakter.

⁴⁸⁰ Neben der Besprechung neuerer Arbeiten hielt Schiller noch eine Vorlesung zur Aero- und Hydrodynamik. Gleiches gilt für 3. TS 1940, WS 1941, SS 1944 und WS 1944/45.

Probleme der atmosphärischen Turbulenz

WS 1944/45 Weickmann

Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

WS 1932/33 Haurwitz

Wellen in elastischen Medien mit Anwendungen auf seismische, hydrographische und meteorologische Probleme

WS 1928/29 Weickmann • SS 1931 Weickmann • WS 1932/33 Weickmann • SS 1935 Weickmann • SS 1938 Weickmann • SS 1943 Weickmann

Aerologie

WS 1939/40 Weickmann

Dynamische Ozeanographie

SS 1930 Weickmann • SS 1933 Weickmann • SS 1936 Weickmann • WS 1938/39 Weickmann

Wärmelehre**Technische Wärmelehre**

WS 1930/31 Schiller • SS 1934 Schiller • WS 1936/37 Schiller • WS 1939/40 Schiller (mit Übungen) • SS 1942 Schiller

Kinetische Theorie der Materie

SS 1944 Magnus

Spektroskopie**Erforschung des Atom- und Molekelbaus durch Spektralbeobachtungen**

SS 1932 Möbius

Spektroskopie

WS 1939/40 Döpel

Spektroskopie und ihre Anwendung auf Probleme der Atomphysik und Astrophysik

WS 1941 Döpel

Relativitätstheorie**Relativitätstheorie**

SS 1928 Wentzel • SS 1945 Hund

Allgemeine Relativitätstheorie

WS 1928/29 Wentzel • SS 1932 Heisenberg

Radioaktivität

Ergebnisse der radioaktiven Forschung

SS 1928 Marx • WS 1929/30 Marx • SS 1932 Marx • SS 1936 Möbius • WS 1938/39 Möbius • 3. TS 1940 Döpel • SS 1941 Möbius • WS 1943/44 Möbius • SS 1945 Möbius

Theorie des festen Zustandes

WS 1932/33 Hund

Theorie der Metalle

WS 1939/40 Hund

Theorie des Lichts

WS 1944/45 Hund

Quantentheorie des Magnetismus

WS 1932/33 Bloch

Elektrodynamik bewegter Körper

1. TS 1940 Heisenberg

Der Überblick über die Vorlesungen lässt die Quanten- und Atomtheorie als Schwerpunkt der Leipziger theoretisch-physikalischen Forschungen deutlich hervortreten. Trotz des auf vier Semester ausgedehnten Grundkurses zur theoretischen Physik wurden noch zahlreiche Spezialvorlesungen zu diesem Forschungsschwerpunkt angeboten, die den raschen Erkenntnisfortschritt dokumentierten. Die Bereitstellung des notwendigen mathematischen Apparats zielte offensichtlich auf den Grundkurs, jedoch fällt auf, dass die entsprechenden Lehreinheiten nur anfangs mit dem Beginn des Grundkurses zeitlich konform stattfanden. Bei den weitergehenden Vorlesungen waren die mathematischen Elemente entweder in dieselben integriert oder blieben dem Selbststudium überlassen. Ein großer Teil der von den Physikern durchgeführten mathematischen Vorlesungen zielte auf technische Anwendungen, was teilweise auch im Titel zum Ausdruck kam. Dies unterstreicht das schon bezüglich des vorangegangenen Zeitabschnitts konstatierte Manko, die für eine stärkere theoretische Durchdringung der Anwendung physikalischer Resultate notwendige Mathematik in geeigneter Weise für die Physiker aufzubereiten und darzubieten. In diesem Zusammenhang sei auch die Lehrtätigkeit von Alfred Magnus (1880–1960) erwähnt, der im Herbst 1939 formal aus dem Lehrkörper der Universität Frankfurt ausschied und in Leipzig die Vertretung an verschiedenen Lehrstühlen

für physikalische Chemie, anorganische Chemie und Kolloidchemie übernahm.⁴⁸¹ Neben physikalisch-chemischen Vorlesungen hielt er ab 1940 auch die Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften und entlastete damit Hund, ohne dass zuvor eine Hilfestellung seitens der Mathematiker in Betracht gezogen wurde. Unter den «physikalischen» Vorlesungen nahmen die anwendungsorientierten ebenfalls einen zentralen Platz ein, wobei in diesen Fällen keine sichere Abschätzung des theoretischen Anteils vorgenommen werden konnte.

Hinsichtlich der Zusammenstellung der Vorlesungen zur mathematischen Physik sei ebenfalls an die früher vorgenommene Abgrenzung erinnert und ergänzend angefügt, dass auch bei den in den 20er und 30er Jahren stärker in den Vordergrund rückenden Gebieten wie Gruppentheorie, Algebren (hyperkomplexe Systeme), Integralgleichungen und allgemeine Maß- und Integrationstheorie die Vermittlung der mathematischen Theorie als dominant gegenüber physikalischen Anwendungen angesehen wurde und diese Vorlesungen nicht in die Übersicht aufgenommen wurden. Grenzfälle stellen die Potentialtheorie sowie die mathematische Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung dar, für die dieses Argument wohl auch angeführt werden könnte. Besonders schwierig war die Situation bei der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung, da die Mehrzahl dieser Vorlesungen nicht im Verantwortungsbereich des Mathematischen Instituts lagen. Hinsichtlich der Statistik kamen nur die Vorlesungen in Betracht, die bereits im Titel die Konzentration auf die mathematischen Aspekte dieses Gebietes zum Ausdruck brachten. Inwieweit dann aber physikalische Belange zur Geltung kamen, konnte im Einzelnen nicht entschieden werden. Als Indiz kann lediglich angeführt werden, dass die Leipziger Vertreter der mathematischen Physik sich ebenfalls diesen Themen in Vorlesungen annahmen. Insgesamt reflektiert dies die in den Jahrzehnten zuvor begonnene stärkere Profilierung der Statistik entsprechend ihrer verschiedenen Anwendungsgebiete und die Herausbildung der mathematischen Statistik als wesentlichen Teil der theoretischen Grundlagen.

Hinsichtlich der nicht aufgenommenen Vorlesungen sei schließlich noch an die hauptsächlich von Astronomen vorgetragenen Kurse zur theoretischen Astronomie, zur Bearbeitung und Auswertung von Be-

⁴⁸¹ UAL, PA 200, Bl. 14

obachtungsdaten sowie zur Numerik erinnert. Im Einzelnen wurden am Mathematischen Institut folgende Vorlesungen zur mathematischen Physik gehalten:

(Analytische) Mechanik

WS 1929/30 Lichtenstein • SS 1930 Lichtenstein • WS 1931/32 Lichtenstein (mit Übungen) • SS 1934 Schnee • WS 1935/36 N. N. • WS 1937/38 Hopf (mit Übungen) • SS 1938 Hopf (mit Übungen) • WS 1939/40 Hopf (mit Übungen) • 1. TS 1940 Hopf (mit Übungen) • WS 1941 Hopf (mit Übungen) • SS 1941 Hopf • SS 1943 Schnee

Differentialgleichungen der Mechanik

SS 1933 E. Hölder

Hydrodynamik

SS 1929 Lichtenstein • WS 1932/33 E. Hölder

Mathematische Behandlung von Wellenvorgängen

SS 1937 E. Hölder

Potentialtheorie

WS 1930/31 Lichtenstein (mit Übungen) • WS 1933/34 Lichtenstein/E. Hölder (Übungen) • WS 1935/36 Koebe • SS 1936 N. N. • WS 1937/38 (Fourier'sche Reihen) Koebe • SS 1938 (und Kugelfunktionen) Koebe • WS 1939/40 (und Fourier'sche Reihen) Koebe • 1. TS 1940 (und Kugelfunktionen) Koebe • SS 1941 (und Fourier'sche Reihen) Koebe • WS 1942/43 (und Fourier'sche Reihen) Koebe • SS 1944 (und Fourier'sche Reihen) Koebe • SS 1945 (und Fourier'sche Reihen) Koebe

Fourier'sche Reihen und Integrale

SS 1931 Lichtenstein (mit Übungen) • SS 1934 O. Hölder • WS 1935/36 E. Hölder

Riemann'sche Geometrie (Einführung in die mathematische Behandlung der Relativitätstheorie)

SS 1931 E. Hölder

Gruppentheorie und Quantenmechanik

WS 1931/32 van der Waerden

Kontinuierliche Gruppen

WS 1932/33 van der Waerden

Mathematische Behandlung des Dreikörperproblems

WS 1933/34 E. Hölder

Dreikörperproblem und mathematische Theorie der Figur der Himmelskörper

SS 1928 Lichtenstein (als Seminar)

Gleichgewichtsfiguren der Himmelskörper

SS 1934 E. Hölder

Kosmogonische Hypothesen

WS 1928/29 Lichtenstein

Himmelsmechanik

SS 1936 E. Hölder

Allgemeine Funktionentheorie mit besonderer Berücksichtigung ihrer physikalischen Beziehungen

WS 1933/34 Koebe (mit Übungen)

Theorie und Anwendung der konformen Abbildung

SS 1939 Koebe

Konforme Abbildungen (Riemann'sche Flächen, konforme Abbildungen, Strömungslehre)

SS 1937 Koebe

Methoden der mathematischen Physik

2. TS 1940 Hopf • SS 1945 van der Waerden

Mathematische Statistik

SS 1928 Burkhardt (mit Übungen) • SS 1929 Lorey (mit Übungen) • WS 1931/32 Burkhardt • WS 1932/33 Burkhardt • WS 1933/34 Burkhardt • WS 1934/35 Burkhardt • SS 1936 Burkhardt • SS 1937 Burkhardt • SS 1938 Burkhardt • SS 1939 Burkhardt • WS 1939/40 Burkhardt • 1. TS 1940 Burkhardt • SS 1943 Meyrich • SS 1944 Meyrich • WS 1944/45 Meyrich

Theoretische und mathematische Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie

SS 1930 Burkhardt (mit Übungen)

Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik

1. TS 1940 van der Waerden • WS 1944/45 van der Waerden (mit Übungen)

Wahrscheinlichkeitsrechnung

SS 1932 Lichtenstein (mit Übungen) • WS 1937/38 Hopf • WS 1941 Hopf • WS 1942/43 van der Waerden

Durch die eingangs gemachten Einschränkungen bei der Auswahl der Vorlesungen erhält die obige Zusammenstellung einen inhomogenen Charakter, da nur teilweise eine Bündelung unter einen Oberbegriff möglich ist. Es soll deshalb ausdrücklich betont werden, dass das Vorlesungsangebot die Entwicklungstrends der Mathematik gut und angemessen im Rahmen der Möglichkeiten berücksichtigte. Dies traf speziell auf die für die Behandlung physikalischer Probleme wichtigen Vorlesungen zur Theorie der Integralgleichungen, zur Gruppentheorie sowie zur Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik zu, die alle regelmäßig stattfanden.

Die Anzahl der von Physikern (und Geophysikern) gehaltenen Vorlesungen zur theoretischen und mathematischen Physik und die der von Mathematikern zur mathematischen Physik durchgeführten Vorlesungen bewegte sich etwa in dem gleichen Verhältnis wie in den Jahrzehnten zuvor. Im nationalen Vergleich profitierte Leipzig davon, dass nur wenige Lehrkräfte der Mathematik bzw. Physik in der Zeit des Nationalsozialismus von der Universität vertrieben wurden. Die durch den Tod von Lichtenstein entstandene Lücke in der mathematischen Physik wurde trotz der längeren Vakanz des Lehrstuhls zumindest partiell durch van der Waerdens Interesse für die algebraischen Fragen der Quantenmechanik kompensiert. Somit konnte Leipzig für mehrere Jahre seine Position als Zentrum der theoretischen und mathematischen Physik in Deutschland behaupten und ausbauen, bevor diese Frage nach dem Erhalt dieser Spitzenstellung durch die strikte Unterordnung unter die Kriegswirtschaft und zunehmende Isolation von der internationalen Wissenschaftsentwicklung nahezu gegenstandslos wurde.

9 Mathematik und Physik in Leipzig – Vom sprudelnden Quell zum schwachen Rinnsal

Nach dem Blick auf das Vorlesungsangebot sollen nun die Forschungsleistungen in der besonders ertragreichen Phase Ende der 20er und Anfang der 30er Jahre sowie deren Rückgang bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs analysiert werden, wobei fächerübergreifend die für die theoretische und mathematische Physik wesentlichen Untersuchungen im Vordergrund stehen. Andere bedeutende Leistungen, vor allem zur Mathematik, aber auch zur Astronomie und Geophysik sowie zur technischen und Experimentalphysik können in diesem Rahmen nur summarisch behandelt werden. Für eine genauere Würdigung und Einordnung dieser wissenschaftlichen Ergebnisse, die das Bild der Leipziger Universität im In- und Ausland ebenfalls mitgeprägt haben, muss auf die Darstellungen zur Geschichte der jeweiligen Teilgebiete sowie biographische Untersuchungen zum Wirken der einzelnen Gelehrten verwiesen werden.

9.1 Die Blüte der Leipziger theoretischen Physik

Mit der Übernahme des Direktorats am Leipziger Institut für Theoretische Physik begann für Heisenberg eine neue Schaffensperiode.⁴⁸² In den Jahren zuvor hatte er sich maßgeblich an der stürmischen Entwicklung der modernen Quantenmechanik beteiligt und 1926/27 zusammen mit Born und Bohr eine grundlegende physikalische Interpretation der

⁴⁸² Für eine ausführliche Beschreibung der Forschungen von Heisenberg und seiner Mitarbeiter sei wieder auf die Biographie Cassidys [Cassidy 1995] und auf die Arbeiten von Klein, Rechenberg und Wiemers [Kleint/Wiemers 1993] bzw. [Kleint/Rechenberg/Wiemers 2005] verwiesen.

Quantenmechanik gegeben. Auf der Basis von Borns statistischer Deutung des Absolutquadrates der quantenmechanischen Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsdichte, Bohrs Komplementaritätsprinzip und der von Heisenberg aufgestellten Unbestimmtheitsrelation, die die Unmöglichkeit der gleichzeitigen exakten Messung zweier zueinander komplementärer Größen formelmäßig erfasste, schufen die beiden Letzteren die Kopenhagener Deutung der neuen Theorie. In Leipzig wandte sich Heisenberg dann zusammen mit seinen Mitarbeitern den Anwendungen der Quantenmechanik zu. Den Untersuchungen zum Ferromagnetismus und seiner Austauschtheorie folgten 1928–1931 Arbeiten zur Molekül- und Metalltheorie, die später in die quantenmechanische Beschreibung der Festkörpertheorie eingingen. In seiner Dissertation 1928 hatte Bloch



Abbildung 9.1

Wolfgang Pauli, ordentlicher Professor für theoretische Physik an der ETH Zürich 1928–1958

der Elektronentheorie der Metalle eine quantenmechanische Gestalt gegeben und die hohe Geschwindigkeit der Stromleitung sowie das Anwachsen der Leitfähigkeit bei sinkender Temperatur erklärt. Heisenberg selbst kam durch das Studium der von ihm bei der Erklärung des Heliumspektrums eingeführten Austauschwechselwirkung unter Rückgriff auf die neuesten, von Hund, Wigner, Heitler und London entwickelten

mathematischen Methoden zu einer ersten, qualitativen Theorie der ferromagnetischen Phänomene.⁴⁸³

Ein zweites Forschungsfeld bildete die gleichzeitig betriebene Suche nach einer Ausweitung des quantenmechanischen Formalismus zu einer konsistenten, Quantenmechanik und Relativitätstheorie umfassenden Theorie. Zu dieser Thematik arbeitete er insbesondere mit Pauli sehr eng zusammen, der Ende 1927 mit Jordan eine erste Theorie für das elektromagnetische Feld entworfen hatte. 1929 legten Pauli und Heisenberg in einer zweiteiligen Arbeit eine eich-invariante relativistische Quantenfeldtheorie vor.⁴⁸⁴ Ein Folgeprodukt war eine relativistische Quantenelektrodynamik, die sich als äquivalent zu der von Dirac geschaffenen Theorie erwies. Die Vervollkommnung dieser Theorie, speziell die Beseitigung der dabei auftretenden Singularitäten wie der unendlichen Selbstenergie des Elektrons, sollte die Forscher noch Jahrzehnte beschäftigen. Nur wenig später diskutierte Heisenberg als eine Lösungsmöglichkeit die Einführung einer Zellenstruktur des Raumes mit dem endlichen Radius des Elektrons als Gitterlänge und zeigte die Unzulänglichkeit dieses Ansatzes. Er folgerte daraus, dass es nicht nur um das Problem der Selbstenergie gehen konnte, sondern «vielmehr die Grundlagen der Feldtheorie noch einer Änderung» bedurften.⁴⁸⁵

Pauli und Heisenberg orientierten sich jedoch nicht nur an der inneren Konsistenz ihrer Quantenfeldtheorie. Am Ende des ersten Teils ihrer Publikation testeten sie sie an kernphysikalischen Effekten wie dem Alpha- bzw. Beta-Zerfall und stießen bei Letzterem auf die «anscheinende Nichtexistenz» von kontinuierlichen Gammastrahlspektren, die sie nicht erklären konnten. Als Lösung vermutete Pauli dann im Dezember 1930 die Existenz eines unbekanntes, sehr leichten, neutralen Teilchens (Neutrino), durch dessen Einbeziehung die Energie- und Impulserhaltungssätze beim Zerfall bestätigt werden konnten.⁴⁸⁶ Außerdem trat Heisenbergs Assistent Beck 1930 mit mehreren kernphysikalischen Arbeiten über die an Atomkernen beobachteten Prozesse hervor.⁴⁸⁷ Er fasste die «Erscheinungen der Teilchenstreuung» als «Resonanzerschei-

⁴⁸³ Heisenberg 1928

⁴⁸⁴ Heisenberg/Pauli 1929

⁴⁸⁵ Heisenberg 1930, S. 13

⁴⁸⁶ Bromberg 1971, S. 314; vgl. auch Rechenberg 1993, S. 33

⁴⁸⁷ Beck 1930a; Beck 1930b; Beck 1930c

nungen der einfallenden Teilchen mit virtuellen Quantenzuständen in kontinuierlichen Spektren»⁴⁸⁸ auf und erklärte so den Ramsauer-Effekt und die anomale Streuung von Alpha-Teilchen an Atomkernen leichter Elemente. Anschließend behandelte er inelastische Streuprozesse mit Alpha-Teilchen und diskutierte drei mögliche Prozesse, um die bei dem Beschuss von leichten Atomkernen mit langsamen Alpha-Teilchen auftretenden Phänomene zu erklären. Da Heisenbergs Hauptinteresse in dieser Zeit der Quantenfeldtheorie galt, fanden die kernphysikalischen Forschungen nach Becks Wechsel nach Cambridge im Herbst 1930 zunächst keine Fortsetzung.

Heisenberg äußerte sich erst im Juni 1932 zur Kernphysik. Die Entdeckung des Neutrons durch James Chadwick (1891 – 1974) sowie die Diskussionen mit Bohr hatten ihm offenbar den nötigen Denkanstoß gegeben und innerhalb weniger Wochen fügte er seine Ideen zu einer neuen Theorie der nur aus Protonen und Neutronen bestehenden Atomkerne zusammen, die er in einer dreiteiligen Arbeit publizierte.⁴⁸⁹ Indem er das Neutron als «selbständigen Fundamentalbaustein» betrachtete, «von dem allerdings angenommen wird, daß er unter geeigneten Umständen in Proton und Elektron aufspalten kann»⁴⁹⁰, konnte er eine «plausible» Erklärung für die von ihm eingeführten Bindungen zwischen den Kernbestandteilen geben. Diese Theorie ermöglichte dann, z. T. unter der zusätzlichen Annahme einiger freier Elektronen im Atomkern, das Verständnis verschiedener kernphysikalischer Effekte, wobei er auf die Methoden der nichtrelativistischen Quantenmechanik zurückgreifen konnte. So betrachtete Heisenberg den Beta-Zerfall, den Meitner-Hupfeld-Effekt bei der Streuung von Gammastrahlen an schweren Atomkernen und die Stabilität von Atomkernen. Zu Letzterem legte er im dritten Teil der Arbeit ein Modell für die Berechnung von großen Atomkernen vor. Heisenbergs Theorie wurde in den folgenden Monaten von mehreren Kollegen weiter verbessert. Er griff diese Anregungen wiederum auf und entwickelte im Januar 1934 eine einheitliche Beschreibung aller Kernkräfte, die er bei Vorträgen in Cambridge und Kopenhagen vorstellte und dann in seinem Beitrag zur Zeeman-Festschrift veröffentlichte. Er verglich darin die «einfachsten empirischen Daten

⁴⁸⁸ Beck 1930a, S. 331

⁴⁸⁹ Heisenberg 1932

⁴⁹⁰ Heisenberg 1932, S. 1f.

über die Atomhülle» mit den entsprechenden über die Kerne und konstatierte «eine Art von korrespondenzmässiger Analogie zwischen den schon bekannten Gesetzen der Atomhülle und den noch unbekanntem der Kerne». ⁴⁹¹ Auf Basis der verfügbaren Daten trennte er klar die jeweiligen Elementarbestandteile – Kern und Elektronen bei der Atomhülle, Protonen und Neutronen beim Atomkern – von den bei Übergängen emittierten Teilchen, Lichtquanten beim Übergang von einem stationären Zustand des Atoms zu einem anderen und Lichtquanten bzw. Elektronen, Positronen und Neutrinos bei Änderungen im Atomkern. Als wichtigste Aufgabe der Theorie des Kernaufbaus formulierte er dann, durch Vergleich aller empirischen Daten die genaue Form der Fermi'schen Wechselwirkung zwischen schweren und leichten Teilchen zu ermitteln. ⁴⁹² Außerdem diskutierte er die wesentliche Verletzung der aufgestellten «korrespondenzmäßigen Analogie»: In die Formel für die Austauschkräfte der Kerntheorie gingen die Teilchenabstände in viel höherer Potenz ein als bei der Atomhülle, so dass die Abweichungen vom Coulomb'schen Gesetz bei kleinen Abständen einen signifikanten Einfluss ausübten. Ein mögliches Begrenzen dieser Abweichungen hätte Auswirkungen auf die magnetischen Momente von Positron und Neutron zur Folge gehabt, die er ebenfalls in die Analogie einbezog, da sie das Bild vom Aufbau des Atomkerns vervollständigten. Man kann diesen Aufbau, resümierte Heisenberg, «nach den Gesetzen der Quantenmechanik beschreiben», was aber nur in der Näherung gilt,

«in der die Geschwindigkeit der schweren Teilchen als sehr klein gegen die Lichtgeschwindigkeit betrachtet werden kann. Diese Näherung ist nach den empirischen Daten über die Grösse des Atomkerns und die Massendefekte erheblich schlechter als ihr Analogon in der Atomhülle. Man kann aber, wenn jene Überlegungen über die magnetischen Momente schon richtig sind, ebenso wie in der Atomhülle noch einen Schritt über diese Näherung hinausgehen und die relativistischen Effekte, insbesondere den

⁴⁹¹ Heisenberg 1935a, S. 108ff.

⁴⁹² Ebenda, S. 112. Fermi hatte eine in den Grundzügen akzeptierte Formel für die Wechselwirkungsenergie angegeben, die aber für einige Probleme zu ungenaue Werte lieferte, so dass die Notwendigkeit einer Korrektur deutlich wurde. Die Diskussion möglicher Korrekturen war ein wichtiges Thema unter den Kernphysikern. Als erfolgversprechenden Ansatz hob Heisenberg die Resultate von Rudolf Peierls (1907–1995) und Hans Bethe hervor.

Spin, in erster Näherung mitberücksichtigen. Erst dieser Umstand hat ... zu einer genauen theoretischen Kenntnis der Struktur der Atomhülle geführt. Man darf vielleicht hoffen, dass in ähnlicher Weise die magnetischen Momente der Kerne später die genauesten Aussagen über die Struktur der Atomkerne liefern.»⁴⁹³

Im gleichen Jahr wie Heisenbergs Zwischenbilanz zur Theorie der Atomkerne erschienen eine Reihe von Detailstudien seiner Leipziger Assistenten und Schüler, die eine theoretische Erklärung der vorliegenden empirischen Daten anstrebten und/oder aus den Daten Rückschlüsse auf die zwischen den Elementarbausteinen wirkenden Kräfte ableiteten. Eine besondere Rolle spielten dabei die Massendefekte, d. h. die Abweichung der Masse eines aus p Protonen und n Neutronen zusammengesetzten Atomkerns von der Summe der Massen der einzelnen Bestandteile, also der p Protonen- und n Neutronenmassen. Gemäß der durch die Relativitätstheorie begründeten Äquivalenz von Masse und Energie musste dieser Abweichung die Bindungsenergie der Kernbausteine entsprechen, woraus wiederum Aussagen über die Kernkräfte folgten. Erwähnt seien die Arbeiten von von Weizsäcker, Siegfried Flügge (1912–1997) und Heimo Dolch (1912–1984). Ausgehend von einigen aus dem Erfahrungsmaterial folgenden Gesetzmäßigkeiten und den zu ihrer Erklärung vorgelegten theoretischen Ansätzen leitete von Weizsäcker auf der Basis der von ihm erweiterten Thomas-Fermi-Methode eigene Resultate zur Kernstruktur ab und formulierte eine Massenformel für die Atomkerne. In seiner 1936 vollendeten Habilitationsschrift erweiterte er die Theorie der Kernkräfte, indem er die Wirkung des Spins der Elementarteilchen berücksichtigte.⁴⁹⁴ Er führte spinabhängige Kernkräfte ein und studierte verschiedene Möglichkeiten, wie sich diese Abhängigkeit von der Spinorientierung gestalten könnte. Zugleich strebte er eine relativistisch invariante Formulierung an. Er diskutierte das Auftreten magnetischer Momente bei Proton und Neutron, was eine Interpretation der Dirac-Gleichung als Näherung zur Folge hatte. Mit der erweiterten Theorie gelang ihm für einige Erscheinungen eine bessere Erklärung, während einige andere Probleme offen blieben. Erwähnt sei noch, dass er als Nebenprodukt einige allgemeine Formeln zur Umformung skalarer Produkte, die Spinvektoren enthielten, aufstellte.

⁴⁹³ Heisenberg 1935a, S. 115f.

⁴⁹⁴ Weizsäcker 1936

Noch im gleichen Jahr vereinte von Weizsäcker die in Leipzig erzielten Resultate mit den in einer umfangreichen Literatur von Forschern aus aller Welt veröffentlichten und diskutierten Ergebnissen zu einem gelungenen Überblick über die Theorie der Atomkerne. Die Monographie erschien 1937.⁴⁹⁵ Sie wandte sich sowohl an den experimentell eingestellten Leser, als auch an den Theoretiker, der sich für den weiteren Ausbau der Kerntheorie interessierte. Inhaltlich, hinsichtlich der behandelten Themen und der angeführten Ergebnisse, zeigten das Buch wie auch von Weizsäckers Habilitationsschrift eine große Übereinstimmung mit einem von Bethe und Robert F. Bacher (1905–2004) 1936 in den USA verfassten Übersichtsartikel, der aber bei den ausgewerteten Quellen ein Schwergewicht auf amerikanische Publikationen legte.⁴⁹⁶

Flügge knüpfte unmittelbar an von Weizsäcker an und widmete sich speziell dem Aufbau der leichten Atomkerne. Er variierte die Annahmen über die Energiedichte im Atomkern und berechnete mit zwei unterschiedlichen Ansätzen für die Wechselwirkungsenergie die Massendefekte in befriedigender Übereinstimmung mit den empirischen Daten.⁴⁹⁷ Auch Heisenberg äußerte sich nochmals zum Aufbau der leichten Atomkerne und wies nach, dass die Hartree'sche Methode in diesem Fall bessere Ergebnisse lieferte, für schwere Kerne aber nicht geeignet war und zu schlechteren Resultaten führte.⁴⁹⁸ Dolch verglich die in Leipzig erzielten Resultate mit den Berechnungen anderer deutscher Kernphysiker und stellte fest, dass sie für verschiedene Kerne verschiedene Werte für die in den Ansätzen für die Wechselwirkungsenergie enthaltenen Konstanten ergaben.⁴⁹⁹ Dolch führte die Rechnungen für die leichtesten Atomkerne, Deuteron, Triton und Helium, unter Abänderung des Verfahrens erneut durch und zeigte, dass man für die beiden Ansätze für die Wechselwirkungsenergie die Konstanten so bestimmen konnte, dass für alle drei Kerne im ersten Fall eine hinreichende Übereinstimmung des berechneten Massendefekts mit den experimentellen Werten erreicht wurde bzw. im zweiten Fall eine wesentliche Verbesserung der Annäherung der Werte erfolgte.

⁴⁹⁵ Weizsäcker 1937

⁴⁹⁶ Bethe/Bacher 1936

⁴⁹⁷ Flügge 1935

⁴⁹⁸ Heisenberg 1935b

⁴⁹⁹ Dolch 1936

Neben den kernphysikalischen Forschungen kehrte Heisenberg immer wieder zur Quantenelektrodynamik zurück und ergänzte sie mit neuen Beiträgen. So unterbreitete er 1934 einen Vorschlag, um die Dirac'sche Theorie des Positrons in die Quantenelektrodynamik zu integrieren, der sich von denen anderer Theoretiker dadurch unterschied, «daß außer den durch die bekannten Schwierigkeiten der Quantenelektrodynamik bedingten Divergenzen keine neuen Unendlichkeiten im Formalismus auftraten».⁵⁰⁰ Dem Dirac'schen Vorgehen folgend charakterisierte er das betrachtete quantenmechanische System durch eine «Dichtematrix», die noch durch eine nicht eindeutig bestimmte Korrekturmatrix singularitätenfrei gemacht werden musste. Durch die Berücksichtigung der Erhaltungssätze für Ladung, Energie und Impuls konnte er die Wahl dieser Matrix einschränken und eine als einfachste auszeichnen. Nach der Umsetzung des Formalismus stellte Heisenberg als Fazit fest, dass sich der Anwendungsbereich der Positronentheorie durch das Einfügen in die Quantentheorie der Wellenfelder nicht wesentlich erweitert hatte, es sich aber doch eine Reihe von Verbesserungen ergaben. Bei der Entwicklung der Korrekturmatrix trat u. a. ein Term auf, der auf die Streuung von Licht an Licht hinwies, die genaue Berechnung dieses Effekts war dann 1935/36 Gegenstand der Dissertation von Euler. Mit diesem zusammen untersuchte Heisenberg anschließend, welche Änderungen die Maxwell'schen Gleichungen des Vakuums als Konsequenz der Dirac'schen Positronentheorie erfahren müssten, «da jedes elektromagnetische Feld zur Paarerzeugung neigt», was zu einer Art «Polarisation des Vakuums» führt. Heisenberg und Euler erhielten ähnliche Resultate, wie sie Born ab 1933 publiziert hatte, doch hatte Born im Gegensatz zu ihnen «die veränderten Maxwell'schen Gleichungen zum Ausgangspunkt der Theorie gemacht». Sie hoben die Unterschiede der beiden Zugänge und die Vorläufigkeit der vorliegenden Theorien hervor und schlossen mit der Bemerkung, dass es bisher kaum möglich sei,

«über die endgültige Form der Maxwell'schen Gleichungen in der zukünftigen Quantentheorie des Feldes bestimmte Aussagen zu machen, da dazu ein Eingehen auf die Gesamtheit der Vorgänge, an denen Teilchen sehr hoher Energie beteiligt sind (z. B. Auftreten der <Schauer>), wohl unerlässlich ist.»⁵⁰¹

⁵⁰⁰ Heisenberg 1934, S. 209

⁵⁰¹ Heisenberg/Euler 1936, S. 732

**Abbildung 9.2**

Max Born, Direktor des Instituts für theoretische Physik in Göttingen 1921–1933, Tait-Profsur für Naturphilosophie in Edinburgh 1936–1952

Diese Schauer, ja überhaupt die kosmische Strahlung und die durch sie ausgelösten Vorgänge bildeten ein weiteres bevorzugtes Forschungsthema für Heisenberg. Wie die Entdeckung des Positrons zeigte, stellte die kosmische Strahlung in jenen Jahrzehnten eine wichtige Quelle für neue Anregungen in der Kernphysik dar. Da in ihr Teilchen mit sehr hohen, bis in die 50er Jahre nicht in Laboratorien erreichbaren Energien vorhanden sind, konnten in dieser Strahlung Wechselwirkungen beobachtet werden, die experimentell nicht erzeugbar waren. Außerdem führte die Untersuchung dieser Strahlung zur Entdeckung neuer Teilchen. Eines dieser neuen, einer theoretischen Erklärung harrenden Phänomene waren die an der Jahreswende 1932/33 entdeckten Teilchenschauer, die als «Erzeugung» oder «Vernichtung» eines Elektron-Positron-Paares gedeutet werden konnten. Heisenberg trug zu diesem Thema eine Erklärung der Schauerbildung mit Hilfe der Fermi'schen Theorie des Beta-Zerfalls bei. Er schlussfolgerte, dass bei der Schauerbildung «die hypothetischen Paulischen «Neutrinos» einen erheblichen Teil der durchdringenden Strahlung ausmachen» und sich diese energiereichen Neutrinos durch ihre Wirkungen auch nachweisen lassen sollten.⁵⁰² Er begründete das seltene Auftreten von Neutronen und Protonen in den Schauern und diskutierte einige theoretische Konsequenzen, die insbesondere durch das Auftreten nichtlinearer Wechselwirkungsterme bedingt waren.

Während sich Heisenberg den zentralen theoretischen Problemen auf breiter Front näherte, untersuchten seine Mitarbeiter und Schüler

⁵⁰² Heisenberg 1936, S. 533f.

wichtige Detailfragen, deren Beantwortung zur Vervollkommnung und Absicherung der Theorie beitrug. Ungeklärt war bisher noch, warum bei schweren Atomkernen zur Erklärung des Massendefekts erheblich größere Kräfte angenommen werden mussten als bei leichten. Außerdem ging man auf Grund neuer experimenteller Ergebnisse amerikanischer Gelehrter inzwischen davon aus, dass die Kräfte zwischen allen schweren Teilchen des Atomkerns gleich groß seien. Unter diesen veränderten Voraussetzungen beschäftigten sich u. a. Euler und Berndt Olof Grönblom (1913–1941) mit der obigen Frage. Euler bestimmte den Massendefekt für schwere Kerne, führte ein neues Rechenverfahren ein und versuchte die Bedeutung der Alpha-Teilchen für die Struktur der schweren Kerne aufzuklären.⁵⁰³ Grönblom bewältigte die äußerst schwierige, sehr genaue Berechnung des Grundzustandes der Kerne des Helium- und des Sauerstoffatoms und berichtete bei einer nochmaligen Kontrollrechnung einige inzwischen publizierte Angaben anderer Autoren.⁵⁰⁴ Die aufwändige Arbeit Grönbloms lieferte das «entscheidende Ergebnis, dass die damalige Theorie der Kernkräfte nicht zur Erklärung der Massendefekte ausreichte».⁵⁰⁵

Zu diesem Zeitpunkt wandte sich auch Hund den Problemen der Kernphysik zu, auf die er durch Anwendungen seiner bisherigen Forschungen zur Molekül- und Kristallphysik auf die Frage des Sternaufbaus geführt wurde. Im Mittelpunkt stand auch für ihn das Studium der Kernkräfte. In Analogie zum Aufbau der Elektronenhülle der Atome erkannte er, dass «auch beim Atomkern eine Reihe qualitativer Eigenschaften der Zustände aus Betrachtung der Symmetrieeigenschaften»⁵⁰⁶ hergeleitet werden konnten, und nutzte dies zur Klassifikation der Atomkerne. Zur Beantwortung der zentralen Frage, warum es kein periodisches System der Kerne gab, hob er den Unterschied der Kerne mit gerader Anzahl von Protonen und Neutronen zu den anderen und «die Verwandtschaft dieser <geradzahligen> Kerne untereinander» hervor.⁵⁰⁷ Er formulierte sieben in den Kernen angenähert erfüllte Symmetrieeigenschaften, analysierte deren Auswirkung auf das Symmetriever-

⁵⁰³ Euler 1936

⁵⁰⁴ Grönblom 1938

⁵⁰⁵ Heisenberg 1943/44, S. 12

⁵⁰⁶ Hund 1937a, S. 202

⁵⁰⁷ Hund 1937a, S. 203

halten der die jeweiligen Atomkerne beschreibenden Eigenfunktionen und konnte auf dieser Basis eine Einteilung der stationären Zustände der Atomkerne mit Hilfe der Quantenzahlen vornehmen. Für die leichten Atomkerne mit bis zu 16 Teilchen bestimmte er unter zusätzlichen, die Untersuchung vereinfachenden Annahmen weitere Konsequenzen seiner allgemeinen Ergebnisse. Dazu modifizierte er insbesondere das früher von John H. Slater (1900–1976) für Untersuchungen in der Atomhülle angewandte Rechenverfahren. Unabhängig von Hund wurde die Thematik der symmetrischen Kernkräfte von Wigner und Eugene Feenberg (1906–1977) in den USA behandelt. Ihre Publikationen erschienen früher, doch entschloss sich Hund, seine Arbeit trotzdem drucken zu lassen, da deren Darstellung sehr knapp und die Anwendungen etwas verschieden waren.⁵⁰⁸ Diese Parallelität in der Forschung und den Ergebnissen ist ein Hinweis auf die Spitzenstellung, die das Leipziger Institut in den Forschungen zur Kernphysik noch behaupten konnte. Als ein weiteres Indiz, zumindest hinsichtlich der Verhältnisse in Deutschland, kann gelten, dass nach von Weizsäcker 1935 mit Hund und Euler auf dem Deutschen Physikertag 1937 wieder zwei Leipziger Übersichtsvorträge zur Kernphysik hielten. Euler sprach zur Theorie der Höhenstrahlung und Hund zur Erforschung der Kernkräfte. Die Tatsache, dass damit nach zwei Jahren bereits erneut ein Überblick über die Kernkräfte notwendig wurde, dokumentierte den raschen Erkenntnisfortschritt auf diesem Gebiet, zu dem man in Leipzig wesentlich beigetragen hatte. Doch bis in die Einzelheiten ging das Verständnis noch nicht. Dafür bedurfte es weiterer großer Anstrengungen, die, wie Hund resümierte, eine neue Welt eröffneten:

«Man möchte hoffen, daß die intensive experimentelle Erforschung der Kerne weiter Hinweise auf ihren Bau und die Kräfte geben wird. Das Ziel ist des Aufwandes wert, handelt es sich doch um Kräfte, die anders geartet sind als die bisher bekannten elektromagnetischen Kräfte und die Gravitationskräfte, und die diesen beiden Kraftarten gegenüber etwas ganz Neues darstellen dürften.»⁵⁰⁹

Eulers Vortrag entsprach weitgehend den aktuellen Forschungen Heisenbergs und bezog sich auf die im letzten Jahr erzielten Fortschritte. Er

⁵⁰⁸ Hund 1937a, S. 202

⁵⁰⁹ Hund 1937b, S. 935

beschrieb die beiden konkurrierenden Theorien zur Schauerbildung: die Schauer durch Multiplikation nach Chester Floyd Carlson (1906–1968) und Robert Oppenheimer (1904–1967) bzw. Homi Jehangir Bhabha (1909–1966) und W. Heitler sowie die Schauer durch Explosion nach Heisenberg und diskutierte deren Gültigkeit anhand neuester Messungen.⁵¹⁰ Eine klare Entscheidung zwischen den Theorien war jedoch noch nicht möglich. Nur wenige Wochen später trug Heisenberg seine neuen Überlegungen zum Durchgang sehr energiereicher Korpuskeln durch den Atomkern in Leipzig und Bologna vor. Dabei setzte er sich mit der These auseinander, «daß gewisse, sehr energiereiche Höhenstrahlungsteilchen imstande sind, Kernumwandlungen hervorzurufen».⁵¹¹ Dies war aus dem in der Höhenstrahlung beobachteten gleichzeitigen Auftreten mehrerer schwerer Teilchen mit verhältnismäßig geringerer Energie gefolgert worden. Heisenberg analysierte die Vorgänge, die beim Durchdringen eines sehr energiereichen Neutrons oder Protons durch den Atomkern zu erwarten waren, berücksichtigte dabei die verschiedenen Ansätze über die Kernkräfte und erhielt eine große Ähnlichkeit zu dem Durchgang schneller Elektronen durch gewöhnliche Materie. Er kam aber ebenfalls zu keiner Entscheidung zwischen den beiden Theorien der Schauerbildung.

Ein Jahr später, 1938, publizierten Heisenberg und Euler einen Überblick über die in den letzten fünf Jahren erzielten Fortschritte und entwarfen ein erstes zusammenhängendes Bild der mit der kosmischen Höhenstrahlung verknüpften Erscheinungen. Möglich wurde dies durch

«die Erkenntnis, daß die Quantentheorie das Verhalten energiereicher Elektronen und Lichtquanten bis zu den höchsten vorkommenden Energien weitgehend richtig beschreibt und ... durch die Entdeckung eines neuen Elementarteilchens, das für die durchdringende Komponente der Höhenstrahlung verantwortlich ist und dessen Masse zwischen der des Elektrons und des Protons liegt.»⁵¹²

Nach einer ausführlichen Darlegung der Schauerbildung durch Multiplikation, jetzt als Kaskadentheorie bezeichnet, wandten sie sich der «harten» Komponente der Höhenstrahlung und damit den schweren

⁵¹⁰ Euler 1937

⁵¹¹ Heisenberg 1937, S. 369

⁵¹² Euler/Heisenberg 1938, S. 2

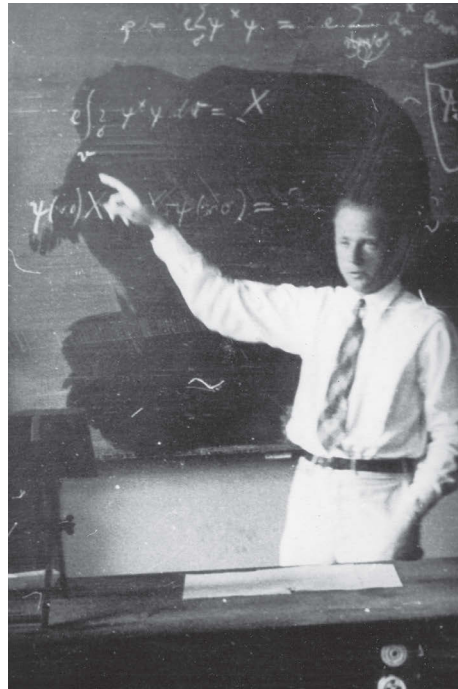


Abbildung 9.3

Werner Heisenberg während einer Vorlesung

Teilchen zu, speziell jener neuen Art von Elementarteilchen mit der etwa 160-fachen Elektronenmasse, die als Hauptbestandteil der durchdringenden Komponente der Höhenstrahlung angenommen wurde, und stellten eine Verbindung zu der von Yukawa entwickelten Theorie der Kernkräfte her, in der genau derartige Teilchen vorausgesagt worden waren. Yukawas Theorie konkurrierte mit den Heisenberg'schen Vorstellungen und basierte auf der Idee, «die Kräfte, die die Neutronen und Protonen im Kern zusammenhalten, in möglichst enge Analogie zu bringen zu den elektrischen Kräften», wobei diese Kräfte jedoch «eine endliche Reichweite von der Größenordnung des klassischen Elektronenradius ($r_0 = 2,81 \cdot 10^{-13}$ cm) haben» sollten.⁵¹³ Heisenberg und Euler erläuterten wesentliche Elemente dieser Theorie und gaben die mittlere Lebensdauer sowie die Zerfallswahrscheinlichkeit pro cm dieses sog. Yukawa-Teilchens an. Auf dieser Basis behandelten sie die Höhenstrahlung und diskutierten die sich ergebenden Sekundärwirkungen im Vergleich mit den vorliegenden Beobachtungsergebnissen, wobei mehrere Eigen-

⁵¹³ Euler/Heisenberg 1938, S. 24

schaften der «harten» Komponente eine schlüssige Erklärung zu finden schienen. Der Schlüssel für die hier skizzierte Verknüpfung von Kerntheorie und Höhenstrahlung war die Identifizierung des von Yukawa postulierten Teilchens mit dem 1937 von Carl D. Anderson (1905–1991) und Seth H. Neddermeyer (1907–1988) in der Höhenstrahlung beobachteten Teilchens, das Ersterer als Mesotron bezeichnet hatte.⁵¹⁴ Die Mesotrontheorie löste innerhalb eines Jahres die auch von Heisenberg vertretene Fermi'sche Theorie ab, gleichzeitig gelang es aber Heisenberg in diesem neuen Rahmen 1939, die Existenz von explosionsartigen Mesotronenschauern theoretisch zu begründen.⁵¹⁵ In einem 1943 aus Anlass des 75. Geburtstages von A. Sommerfeld von ihm edierten Sammelband mit Vorträgen zur kosmischen Strahlung konnte er dann die Existenz derartiger Mesonenschauer als experimentell gesichert bezeichnen.⁵¹⁶ In dem Buch publizierte er auch erstmals eine Vereinfachung der Kaskadentheorie, die die Schauerbildung in der «weichen» Komponente der Höhenstrahlung erklärte. Insgesamt bezeichnete er die Kenntnisse über die Höhenstrahlung als

«nicht sehr befriedigend, die Genetik der einzelnen Strahlenarten ist noch ungenügend geklärt, und der Mechanismus der Umwandlung ist nur bei den Elektronen und Lichtquanten genauer bekannt.»⁵¹⁷

Zugleich beklagte er die durch den Krieg bedingten Einschränkungen in den Forschungen und im Zugang zur neuesten Literatur. Hinsichtlich Heisenbergs Unzufriedenheit mit dem Zustand der Theorie sei noch erwähnt, dass er bereits 1938 die Grenzen der Anwendbarkeit der bisherigen Quantentheorie eingehend analysiert hatte. Er präsentierte dabei die Quantentheorie der Wellenfelder in einer eleganten, relativistisch invarianten Form und plädierte für die Einführung einer universellen

⁵¹⁴ Ende der 40er Jahre erkannte man durch neue theoretische und experimentelle Ergebnisse, dass diese Gleichsetzung der Teilchen falsch war. 1947 wurden die richtigen π -Mesonen (Pionen) in der kosmischen Höhenstrahlung entdeckt und ab 1948 auch im Zyklotron erzeugt. Das Mesotron, zwischenzeitlich auch als Meson bezeichnet, wird heute Myon genannt.

⁵¹⁵ Heisenberg 1939. Zur Entwicklung und Durchsetzung der Mesotrontheorie sei auf die Arbeiten von L. M. Brown und H. Rechenberg [Brown/Rechenberg 1990] und [Brown/Rechenberg 1991] verwiesen.

⁵¹⁶ Heisenberg 1943a, S. 60; vgl. auch S. 118

⁵¹⁷ Heisenberg 1943a, S. V

Konstanten von der Dimension einer Länge in die Theorie der Elementarteilchen. Diese universelle Länge, bei deren Beachtung die in den verschiedenen Rechnungen auftretenden Divergenzen verschwinden, sollte die Größenordnung des klassischen Elektronenradius haben, wobei dieser Wert vermutlich als obere Grenze anzusehen sei. Er motivierte diese Annahme mit verschiedenen Beispielen.

Die Idee, eine «universelle Länge» in die Theorie einzuführen, hat Heisenberg in den folgenden Jahren weiterverfolgt und legte dazu ab dem Herbst 1942 in einer vierteiligen Arbeit einen neuen theoretischen Ansatz mit der sogenannten *S*-Matrix (Streumatrix) als zentralem Element vor. Einleitend skizzierte er als Ziel seiner Studie:

«Die bekannten Divergenzschwierigkeiten in der Theorie der Elementarteilchen zeigen, daß die zukünftige Theorie in ihren Grundlagen eine universelle Konstante von der Dimension einer Länge enthalten wird, die in die bisherige Form der Theorie offenbar nicht widerspruchsfrei eingebaut werden kann. Im Hinblick auf diese spätere Abänderung der Theorie versucht die vorliegende Arbeit, aus dem Begriffsgebäude der Quantentheorie der Wellenfelder diejenigen Begriffe herauszuschälen, die von der zukünftigen Änderung wahrscheinlich nicht betroffen werden und die daher einen Bestandteil auch der zukünftigen Theorie bilden werden.»⁵¹⁸

Die Suche nach diesen Begriffen war «ungefähr gleichbedeutend», so Heisenberg, mit der Frage nach den «beobachtbaren Größen». Die *S*-Matrix umfasste dann die «Gesamtheit dessen, was an Streu-, Emissions- und Absorptionsvorgängen» beobachtbar war.⁵¹⁹ Mit dieser Theorie behandelte er dann verschiedene Probleme der Quantentheorie, wie die Streuung von Elementarteilchen bei verschiedenen Wechselwirkungsansätzen oder die für große Energien unter bestimmten Bedingungen auftretenden explosionsartigen Vielfachprozesse, also die Höhenstrahlungsschauer, ohne die leidigen Divergenzschwierigkeiten.

Die Publikation dieser Theorie fiel schon nicht mehr in Heisenbergs Leipziger Zeit, denn er war bereits im Sommer 1942 von Leipzig nach Berlin gewechselt und widmete sich vorrangig der Kernspaltung und

⁵¹⁸ Heisenberg 1943b, S. 513

⁵¹⁹ Heisenberg 1943b, Teil II, S. 673

dem Bau einer Uranmaschine (Kernreaktor). Seine so erfolgreiche Leipziger Arbeitsgruppe hatte sich nach Kriegsbeginn faktisch aufgelöst. Zuvor hatten Erich Bagge, Shin-ichirô Tomonaga (1906–1979) und Satoshi Watanabe (1910–?) mit ihren Arbeiten nochmals eindrucksvoll die Leistungsfähigkeit dieser Gruppe bewiesen. Bagge studierte die in schweren Kernen wirkenden Kräfte und berechnete die Abhängigkeit der Bindungsenergie dieser Kerne vom Neutronenüberschuss. Er verwendete dazu das von Euler verbesserte Thomas-Fermi-Verfahren, verglich das Ergebnis mit den bisher vorliegenden und konnte unter gewissen Voraussetzungen an die Kräfte eine Übereinstimmung der Bindungsenergie mit dem aus der Bethe-Weizsäcker'schen Theorie der Massendefekte ermittelten Wert herstellen. Bagge ging dann zu Kernprozessen in der Höhenstrahlung über und bestimmte unter der Annahme, «daß sich der Atomkern wie ein Tröpfchen aus einer inkompressiblen Flüssigkeit verhält» und beim Durchgang sehr energiereicher Teilchen durch Stoß zu Eigenschwingungen angeregt wird, wie sich die Potentialschwelle für geladene Teilchen erniedrigt und zu deren «Verdampfen» führt.⁵²⁰ Weiterhin schätzte er durch Vergleich mit den vorliegenden Beobachtungsdaten die Reichweite der Kernkräfte ab, deckte Abweichungen in den Berechnungen der Abbremsung von Teilchen im Atomkern auf⁵²¹ und studierte die durch kosmische Strahlung verursachten Kernzertrümmerungen. Tomonaga diskutierte ebenfalls Aspekte des Tröpfchenmodells des Atomkerns, speziell die Zähigkeit und die Wärmeleitfähigkeit der Kernmaterie, und prüfte, inwieweit die Transporterscheinungen bei Wärmeleitung und Schwingungen im Atomkern mit gaskinetischen Methoden beschrieben werden konnten. Die Berechnungen lieferten zugleich Hinweise, dass die Interpretation der angeregten Zustände eines Atomkerns als Schwingungen des (Atomkern-) Tropfens für tiefe Temperaturen nicht galt, «der Atomkern seine Anregungsenergie nur in Form von Wärme behalten kann».⁵²² Watanabe versuchte zunächst bezüglich der für den Massendefekt der leichten Kerne bekannten Abweichungen der empirisch erhaltenen Werte von den mit der Hartree-Fock-Methode berechneten aufzuklären, welche Ursachen diese Unterschiede hatten und welcher Art sie waren, d. h. ob sie der

⁵²⁰ Bagge 1938

⁵²¹ Bagge 1939

⁵²² Tomonaga 1938, S. 573f.



Abbildung 9.4

Erich Bagge, Assistent bei Heisenberg in Leipzig 1937–1941

Methode allgemein anhafteten oder durch die Wahl der Eigenfunktionen bedingt waren. Er erörterte einige Defizite der Hartree-Methode in Verbindung mit verschiedenen Kernmodellen und kam zu dem Schluss, dass «es sehr zweifelhaft» erscheint, «ob die bisherige Annahme über die Kernkräfte zur Deutung der Massendefekte ausreicht» und regte die Annahme von Zwei- und Mehrkörperkräften zur Beschreibung der Kernstruktur an.⁵²³ In einer zweiten Arbeit analysierte Watanabe, in welcher Form der Normalzustand eines Kernes, also der durch eine ganz bestimmte Wellenfunktion erfasste Zustand des Kernes, mit Hilfe thermodynamischer Vorstellungen beschrieben werden konnte, wobei er außerdem das wichtige Resultat erzielte, dass der von ihm gewählte Weg eine hohe Verträglichkeit mit variierenden Modellen besaß, u. a. unabhängig von dem verwendeten Ansatz für die Kernkräfte war.⁵²⁴

Obwohl der vorstehende Überblick über die in der Gruppe um Heisenberg und Hund entstanden Arbeiten in keiner Weise Vollständigkeit anstreben kann, so fügen sich die meist ohne eine strenge Themenvorgabe des Meisters entstandenen Werke mosaikartig zu einem prachtvollen

⁵²³ Watanabe 1939a, S. 159

⁵²⁴ Watanabe 1939b

Gesamtbild zusammen, in dem Heisenberg mit seinen Ideen die Grundzüge schuf, die dann in vielen Details und Nuancen ergänzt wurden. Einen unverzichtbaren Bestandteil all dieser Arbeiten, auch wenn dies nicht im Einzelnen hervorgehoben wurde, bildeten die mathematischen Methoden und Berechnungen. Mehrfach enthielten die Arbeiten einen mathematischen Anhang. Das dabei hervorgetretene untrennbare Wechselspiel der oft abstrakten Überlegungen mit den empirischen, aus Beobachtungen und Experimenten gewonnenen Daten war Ausdruck der neuen Qualität in den Wechselbeziehungen zwischen theoretischer und mathematischer Physik und belegt, dass diese Entwicklung in Leipzig am Ende der 20er Jahre sehr rasch vollzogen und zum Standard wurde.

9.2 Die Aufklärung der Molekülstruktur – das zentrale Arbeitsthema von Debye und Hund

Neben den sich relativ eng an die Heisenberg'schen Forschungen anschließenden Arbeiten gab es noch eine Reihe weiterer Arbeiten, die ebenfalls den aktuellen Entwicklungen der Atomphysik Rechnung trugen, aber eine gewisse Eigenständigkeit gegenüber den oben skizzierten Untersuchungen aufwiesen. Hierbei handelt es sich in erster Linie um die Aktivitäten der Professoren für mathematische Physik, Wentzel und Hund, doch auch die Forschungen Debyes können hier mit angeführt werden.

Wentzel hat sich während seines relativ kurzen Wirkens in Leipzig vorrangig mit dem photoelektrischen und dem Compton-Effekt vom Standpunkt der Quantentheorie auseinandergesetzt. Ausgehend von Schrödingers Wellenmechanik und dessen Darlegungen zum Einfluss einer Lichtwelle auf ein Atom zeigte er, dass Schrödingers störungstheoretischer Ansatz durch die Analyse der gestörten Schwingung die Wahrscheinlichkeit von Anregungsprozessen, insbesondere photoelektrischen Prozessen, liefert.⁵²⁵ In einer zweiten Note ergänzte er die vorliegenden Rechnungen, indem er neben der elektrischen Wirkung der Lichtwelle deren bisher vernachlässigten magnetischen Anteil mitberücksichtigte und die Veränderung in der Richtungsverteilung der

⁵²⁵ Wentzel 1927a

Photoelektronen bestimmte.⁵²⁶ Hinsichtlich des Compton-Effekts entwickelte Wentzel erstmals die Theorie der Streuung am schwach gebundenen Elektron und nahm dabei die von Adolph Smekal (1895–1959) publizierte Deutung der nichtkohärenten Streustrahlung mit den sog. Smekalsprüngen auf. Nachfolgend gelang ihm durch Berücksichtigung des Strahlungsdrucks, d. h. des magnetischen Anteils des Lichtes, eine verbesserte Abschätzung der Intensitäten der «verschobenen» und der normalen (unverschobenen) Streulinie. Diese Verallgemeinerung der Kramers-Heisenberg'schen Dispersionsformel ergänzte er dann 1929 kurz nach seiner Berufung nach Zürich durch die Berechnung der Richtungsverteilung der bei der Streuung am Wasserstoffatom ausgelösten Rückstoßelektronen mittels der Dirac'schen Strahlungstheorie.⁵²⁷

Hund setzte in Leipzig seine in Göttingen und Rostock begonnenen Untersuchungen zur Aufklärung der Molekülstrukturen und der chemischen Bindung fort. Die grundlegenden Arbeiten zur Theorie und Systematik der Atom- und Molekülspektren hatten bereits als ein gewichtiges Argument in der Begründung seiner Nominierung für die Leipziger Professur gedient. Eine Übersicht über die Molekülspektren zu geben, war auch das Anliegen des Vortrags, den Hund 1930 auf dem Deutschen Physikertag in Königsberg hielt. Ein Jahr später publizierte er dann eine durch theoretische Ausführungen untermauerte Übersicht über die in der Spektroskopie üblichen Bezeichnungen der Linien und Terme, die in der deutschsprachigen Literatur bis dahin noch fehlte.⁵²⁸ Ebenfalls 1931 nahm er die Studien zu chemischen Bindungen wieder auf, diskutierte und verglich drei Arten dieser Bindung. Hund wollte dabei «auf Grund der allgemeinen Eigenschaften der Atome ein solches Verhalten erklären oder mindestens plausibel machen, wie es der Valenzbegriff der Chemie ausdrückt».⁵²⁹ Die drei Arten von Bindung basierten auf der Betrachtung 1. der Wechselwirkung ganzer Atome, so dass die Valenz als Eigenschaft eines Atoms in einem bestimmten Zustand erschien, 2. der Wechselwirkung einzelner Elektronen in verschiedenen Atomen und 3. der einzelnen Elektronen im gesamten Kerngerüst. Da bezüglich der beiden ersten Auffassungen ernste Einwände bekannt

⁵²⁶ Wentzel 1927b

⁵²⁷ Wentzel 1927c; Wentzel 1929

⁵²⁸ Hund 1931

⁵²⁹ Hund 1932a, S. 4

waren, konzentrierte sich Hund auf die dritte, bei der die Lage der Energieniveaus und der Knoten der Elektronenzustände das Wesentliche sind. Er vertiefte diese Überlegungen und konnte schließlich zeigen,

«daß die wesentlichen Merkmale der chemischen Bindung einschließlich der gerichteten Valenzen, schon so grobe Effekte sind, daß sie sich mit der einfachsten Berücksichtigung der Wechselwirkung der Elektronen und durch einfache qualitative Betrachtungen verstehen lassen ...»⁵³⁰

In einem zweiten Teil überprüfte er, ob die von ihm mit Hilfe der Quantentheorie erhaltenen Valenzeigenschaften mit den Valenzregeln der organischen Chemie im Einklang standen, und demonstrierte, wie die vielfältigeren theoretischen Möglichkeiten durch Zusatzannahmen über die Reihenfolge der σ - und π -Bindungen so eingeschränkt werden konnten, dass sie den tatsächlich vorkommenden Valenzregeln entsprachen. In dem Kontext der chemischen Bindungen sind auch Hunds Berechnungen des Potentials und der Elektronenverteilung eines neutralen Moleküls mit zwei gleichen Kernen zu nennen. Als ein Ergebnis ergab sich, dass das Potential des Moleküls gut als Summe zweier um je einen Kern kugelsymmetrischen Potentiale approximiert werden kann. Diese Potentiale ließen sich leichter berechnen, stimmten aber nicht genau mit den Potentialen der einzelnen Atome überein.⁵³¹

In Weiterentwicklung seiner quantenmechanischen Einsichten in die Struktur der Moleküle bildeten Untersuchungen zur Festkörpertheorie, insbesondere der Zusammenhang zwischen der Kristallstruktur und dem elektrischen Verhalten der einzelnen Stoffe, einen weiteren wichtigen Themenkomplex in Hunds Forschungen. Dabei widmete er sich zuerst der Unterscheidung der Kristalle in metallische Leiter und Isolatoren, bei der speziell die Gruppe der festen Atomgitter von besonderem Interesse war, da sie Metalle und Isolatoren umfasste. Auf der Basis einer Systematik der Bindungstypen gelang ihm die quantenmechanische Erklärung des elektrischen Verhaltens (Metall bzw. Isolator) und die Angabe jener Bedingungen, unter denen schwerflüchtige, nichtleitende Atomgitter entstanden.⁵³² Zusammen mit seinem Assistenten Bernhard

⁵³⁰ Hund 1932a, S. 30

⁵³¹ Hund 1932b

⁵³² Hund 1932c

Mrowka (1907–1973) analysierte er ab 1934 die Lage und die Zustandsdichte der möglichen Energiestufen in einem Kristallgitter, die für viele Eigenschaften der Kristalle, wie Kohäsion, metallisches oder nichtmetallisches Verhalten und magnetische Eigenschaften wichtig ist.⁵³³ Von verschiedenen Ausgangspunkten ausgehend, führten sie dazu sowohl qualitative Schätzungen und Interpolationen als auch numerische Rechnungen durch. Für Letztere näherten sie das statische Kraftfeld für die Elektronen in der Umgebung der Atomkerne durch ein kugelsymmetrisches Potential an und bestimmten zu vorgegebenen Energiewerten die Lösungen der Schrödinger-Gleichung, die am Kern die richtige Randbedingung erfüllen, ohne das Verhalten in großem Abstand vom Kern zu berücksichtigen. Für jeden Energiewert lieferte dies eine Folge von Eigenfunktionen in der Umgebung der einzelnen Kerne, durch Linearkombination erhielten Hund und Mrowka dann Annäherungen für die Eigenfunktionen im ganzen Gitter. Die Koeffizienten der Linearkombinationen ermittelten sie mit Hilfe von «Übergangsbedingungen», die «in den wichtigsten Punkten, in denen die Umgebungen benachbarter Kerne zusammenstoßen», erfüllt sein mussten.⁵³⁴ Ein Vergleich der Rechnung mit den qualitativen Methoden lieferte Hinweise zur Genauigkeit der qualitativen Betrachtungen und darauf, welche Elemente des Rechenergebnisses durch die speziellen Vereinfachungen und Vernachlässigungen bedingt waren, also für das Problem mehr zufälligen Charakter hatten. Die Berechnungen wurden für mehrere einfache Kristallgitter durchgeführt, die je nach den erhaltenen Ergebnis, also nach Lage und Besetzung der Energiebänder, in verschiedene Gruppen eingeteilt werden konnten. Wenig später untersuchte Hund die Abhängigkeit der Energiezustände der Elektronen eines Kristallgitters und der Eigenfunktionen vom Gitterbau, speziell wie sich Symmetrien des Gitters auswirkten.⁵³⁵ Darauf verweisend, dass der Sprachgebrauch mit den gruppentheoretischen Begriffen harmoniert, führte er die Symmetriecharaktere der Eigenfunktionen sowie die im allgemeinen voneinander getrennten Energiebänder ein. Als ein Ergebnis der Arbeit formulierte er notwendige Bedingungen bezüglich der Symmetrieverhältnisse, unter denen mehrere Energiebänder zusammenhängen können, d. h. unter

⁵³³ Hund/Mrowka 1935

⁵³⁴ Hund/Mrowka 1935, S. 326

⁵³⁵ Hund 1936a

denen man stetig von einem Band in das andere gehen kann. Da die Symmetrie eines Kristallgitters durch die sogenannte Raumgruppe beschrieben wird, zeichneten sich die diesbezüglichen Arbeiten Hunds durch eine enge Verknüpfung mit gruppentheoretischen Elementen aus.

Die Anwendung der Symmetrieüberlegungen auf das Studium der Atomkerne führte Hund zu jenen Arbeiten, die bereits in Verbindung mit den Heisenberg'schen Forschungen erwähnt wurden. Die Vereinigung der Kenntnisse über den Atombau, über die Atomhülle und den Atomkern, und der Einsichten über die dabei vorherrschenden Energieverhältnisse regten Hund an, sich auf dieser Basis dem Verhalten der Materie unter extremen Bedingungen theoretisch zu nähern. Das Ergebnis war eine Beschreibung des Zusammenhangs von Druck, Temperatur und Dichte für «unirdisch hohe» Drucke (bis zu 10^{26} atm) und Temperaturen (10^{12} Grad K)⁵³⁶ sowie des magnetischen Verhaltens von kleinen Metallstücken bei tiefen Temperaturen, speziell des dabei auftretenden starken Diamagnetismus.⁵³⁷ Die letzteren Berechnungen waren verknüpft mit der Suche nach einer Erklärung für ein analoges, bei Supraleitern beobachtetes Verhalten.

Ende der 30er, Anfang der 40er Jahre rückte die Auseinandersetzung mit der Feldvorstellung der Materie in den Mittelpunkt von Hunds theoretischen Arbeiten. So interpretierte er in Anlehnung an Yukawas Vorstellungen über die Kernkräfte in der klassisch-anschaulichen Theorie die chemischen Kräfte als Kräfte zwischen den Trägern der Potentialmulden, wobei diese eine Idealisierung der Atomreste nach Abtrennung der äußeren Elektronen darstellten. An diesen Trägern «hing» dann das Materiefeld, so dass sich eine Analogie zur Verknüpfung von elektromagnetischen Kräften mit den Trägern von elektromagnetischen Ladungen und Strömen ergab. Durch die Quantelung konnte Hund noch weitere Eigenschaften der chemischen Kräfte ableiten (Valenzregeln). Außerdem beschrieb er das Materiefeld mittels Vierervektoren geometrisch und wies auf einige markante Unterschiede bei der genannten Analogie hin.⁵³⁸ In einer weiteren Studie erkannte er: Wenn man eine Feld- oder Wellenvorstellung der Materie annimmt, so

«treten schon auf der anschaulichen Stufe gewisse Eigenschaften der Materie auf, die beim Ausgang vom Teilchenbild erst nach der

⁵³⁶ Hund1936b

⁵³⁷ Hund 1938

⁵³⁸ Hund 1939

Quantelung auftreten. ... Dazu gehören die bei Materiebeugung auftretenden Interferenzen, der ‹Tunneleffekt› ... , einige allgemeine Merkmale der chemischen Kraft und ... die Möglichkeit der Entstehung von Materie in elektrischen Feldern. *Strömt Materie von einer Seite her auf ein Gebiet hinreichend hoher Potentialdifferenz zu, so strömt aus diesem Gebiet eine größere Menge wieder ab. Die Erzeugung von Materie, ohne daß etwas zuströmt, tritt aber erst auf der Stufe des gequantelten Wellenbildes auf.*»⁵³⁹

Letzteres besagt, dass ein hinreichend großer Potentialanstieg nicht längere Zeit bestehen bleibt, sondern sich wegen der Entstehung positiv geladener Materie auf der einen und negativ geladener Materie auf der andern Seite des Potentialanstieges entsprechend erniedrigt. Anschließend betrachtete Hund das Problem mit Hilfe der Dirac'schen Theorie und der vektoriellen Materiewellen, wobei sich bei Ersterer größere Abweichungen ergaben. In Fortsetzung der theoretisch-abstrakten Betrachtungen legte er schließlich für die drei verschiedenen Auffassungen des Materiefeldes eine fünfdimensionale Schreibweise der Grundgleichungen und der Dichten für Energie, Impuls etc. vor. Die spinorielle Theorie erwies sich dabei als besonders einfach.⁵⁴⁰

Ein nicht zu unterschätzender Aspekt des Hund'schen Schaffens war die Zusammenfassung des erreichten Erkenntnisstandes, die zugleich zur Festsetzung der nächsten Forschungsziele diente. 1933 legte er einen Überblick zur *Allgemeine(n) Quantenmechanik des Atom- und Molekülbaues* vor, in dem er sich der schwierigen Aufgabe unterzog, für die verwickelten Fälle allgemeine Betrachtungsweisen aufzuzeigen.⁵⁴¹ Ein zweiter Bericht erschien im gleichen Jahr unter dem Titel *Atome und Molekeln 1*. In beiden Fällen vermittelte Hund den Eindruck, dass die «mit dem Bau der Atome und Molekeln zusammenhängenden allgemeinen Fragen ... als im wesentlichen gelöst angesehen werden» können und die «Quantenmechanik ... sich durchweg bewährt» hatte.⁵⁴² Vier Jahre später schätzte er ein, dass die letzten Jahre weitere Verfeinerungen der Theorie und «einige neue Anwendungen» brachten, «aber nichts grundsätzlich Neues».⁵⁴³ In diesem Kontext sind auch Hunds Übersichtsvorträge auf den Physikertagen zu erwähnen.

⁵³⁹ Hund 1941a, S. 1

⁵⁴⁰ Hund 1941b

⁵⁴¹ Hund 1933a, S. 562

⁵⁴² Hund 1933b, S. 119

⁵⁴³ Hund 1933b, Teil 2 (1937), S. 119

Insgesamt bildeten Hunds Forschungen eine sehr gute Ergänzung zu denen Heisenbergs. Sie bewegten sich gleichfalls auf hohem Niveau und lieferten, wie beispielsweise bei der Anwendung der Atomtheorie auf die Theorie der chemischen Bindung, wichtige Prüfsteine für Heisenbergs Überlegungen. Mathematische Aspekte spielten dabei, ohne sie überzubewerten, gelegentlich sogar eine größere Rolle als bei Heisenberg. Hund wurde in diesem Sinne seiner Rolle als mathematischer Physiker voll gerecht.

Um das Bild vom Aufschwung der Leipziger Forschungen am Ende der 20er und zu Beginn der 30er Jahre zu vervollständigen, müssen noch die Aktivitäten Debyes dargestellt werden. Debye hatte durch sein Studium und die anschließende Assistentenzeit bei Sommerfeld sehr gute Kenntnisse in theoretischer Physik erworben, mit denen er dann sehr erfolgreich vielfältige Fragestellungen der Physik, deren technischen Anwendungen sowie der physikalischen Chemie bearbeitete. Auch wenn bei Debye experimentelle Gesichtspunkte eine größere Rolle als bei seinen Kollegen Heisenberg und Hund spielten, so rechtfertigt die dabei praktizierte enge Verbindung mit theoretischen Überlegungen die Erörterungen seiner Leistungen in diesem Kontext. Nach seiner Berufung nach Leipzig setzte er zunächst die Studien über starke Elektrolyte fort. Bereits 1923 hatte er die Debye-Hückel-Theorie über die elektrostatischen Wechselwirkungen von Ionen in Lösung aufgestellt. Er leitete nun aus der elektrostatischen Einwirkung der Ionen aufeinander und unter Heranziehung der allgemeinen Gleichungen für die Brown'sche Bewegung theoretisch den von F. Kohlrausch empirisch gefundenen Ausdruck für die Geschwindigkeit der Ionen ab,⁵⁴⁴ bestimmte den zeitlichen Ablauf, wie eine spontan erzeugte Abweichung von der geordneten Gleichgewichtsverteilung der Ionen in vollständig dissoziierten Elektrolytlösungen wieder ausgeglichen wird,⁵⁴⁵ berechnete das Aussalzen von Nichtelektrolyten in einem idealen Fall⁵⁴⁶ und wies zusammen mit seinem Schüler Falkenhagen die Dispersion von Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstanten bei starken Elektrolyten nach.⁵⁴⁷ Bei vorgegebener fester Konzentration nimmt die molekulare Leitfähigkeit

⁵⁴⁴ Debye 1927a

⁵⁴⁵ Debye 1928

⁵⁴⁶ Debye 1927b

⁵⁴⁷ Debye/Falkenhagen 1928

mit wachsender Konzentration zu, während die Dielektrizitätskonstante bei verschwindender Frequenz maximal ist und dann geringer wird. In der Monographie über polare Molekeln gab Debye 1929 eine «lichtvolle Darstellung des Gebietes»⁵⁴⁸ der dielektrischen Polarisierung und fasste seine eigenen Ergebnisse von mehr als eineinhalb Jahrzehnten und die anderer Physiker und Chemiker zusammen. Das Buch erschien zuerst in den USA und war sein spezieller Dank für die freundliche Aufnahme auf seinen USA-Reisen. Die Grundlage bildeten die dort gehaltenen Vorträge über Dipolfragen.⁵⁴⁹ Neben den theoretischen Grundlagen behandelte Debye die wichtigsten Methoden für die experimentelle Bestimmung des Dipolmoments von Molekülen, den Zusammenhang von Polarisierung und Molekülstruktur, die Theorie der anomalen Dispersion elektrischer Wellen und elektrischer Sättigungserscheinungen sowie die quantentheoretische Deutung dieser Phänomene. Die deutsche Übersetzung erschien noch im gleichen Jahr in erweiterter Form.

Neben diesen Forschungen setzte Debye seine Untersuchungen zur Zerstreuung von Röntgenstrahlen an amorphen Körpern fort. Mit seinen Doktoranden experimentierte er zur Zerstreuung von Röntgenstrahlen an einzelnen Molekülen, um die unter diesen Bedingungen auftretenden Interferenzfiguren «praktisch nur den etwaigen innermolekularen Interferenzen» zuschreiben und die Interferenzen der von den Molekülen als Ganzes kommenden Komponente der Streustrahlung vernachlässigen zu können.⁵⁵⁰ 1928 gelang ihnen der Aufbau der nötigen Versuchseinrichtung und die Durchführung entsprechender Experimente. Die zugehörigen theoretischen Betrachtungen, bei denen sie sich von den Kenntnissen zur Streuung an Kristallen leiten ließen, deuteten die Interferenzfigur als ein Bild der Atomanordnung, so dass sich also wichtige Rückschlüsse auf die Molekülstruktur ergaben. Die ersten Ansätze der Theorie, die noch die Atome im Molekül als punktförmige Streuzentren annahmen, verbesserte Debye wenig später durch die Berücksichtigung der Elektronenverteilung im Atom und erhielt eine Änderung des Beugungsbildes in Abhängigkeit von dem Verhältnis von Atomgröße zu Atomabstand. Nach dem Ersetzen der willkürlichen Elektronenverteilung durch die von Llewellyn H. Thomas (1903–1992) und Fermi

⁵⁴⁸ Ebert 1930

⁵⁴⁹ Debye 1929, S. V

⁵⁵⁰ Debye/Bewilogua/Ehrhardt 1929, S. 84

vorgeschlagene Verteilung lieferte die Interferenztheorie der molekularen Streuung Resultate, «die weitgehend mit unseren experimentellen Ergebnissen übereinstimmen».⁵⁵¹ In weiteren Untersuchungen zeigte Debye insbesondere, wie die interferometrische Abstandsmessung zur Unterscheidung von isomeren Molekülen herangezogen werden konnte und wie die Interferenzbilder Rückschlüsse auf die Struktur von Flüssigkeiten erlaubten.

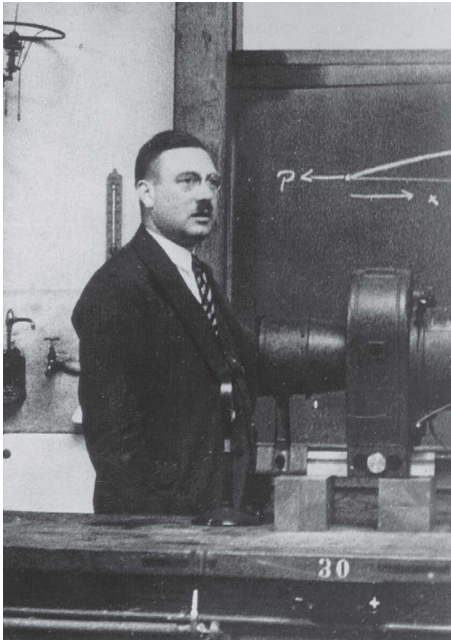


Abbildung 9.5

Peter Debye, Ordinarius für Experimentalphysik in Leipzig 1927 – 1935

In Fortsetzung dieser Untersuchungen analysierte Debye dann Mitte der 30er Jahre den Einfluss hochfrequenter Strahlung auf polare Flüssigkeiten. Er erweiterte die Vorstellungen zur Erklärung der Streuung von Röntgenstrahlen an Flüssigkeiten durch die zusätzliche Annahme einer unfreien Rotation der Flüssigkeitsmoleküle, was insgesamt zu einer Rotationsschwingung der Teilchen und zu einem besseren Verständnis verschiedener experimentell beobachteter Effekte führte. Weitere Themen waren die Absorption und anomale Dispersion hochfrequenter elektrischer Schwingungen in polaren Flüssigkeiten, die Auswirkungen der auf Grund einer quasikristallinen Struktur der Flüssigkeit behinder-

⁵⁵¹ Debye 1930, S. 428

ten Rotation der Dipole (im Vergleich zur gasförmigen Phase) auf die Frequenzabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten sowie die dielektrischen Eigenschaften von reinen Flüssigkeiten, die wegen der nahe beieinander liegenden Moleküle und der Einwirkung benachbarter Moleküle aufeinander veränderte Eigenschaften aufwiesen.

Mit dem Studium der Streuung von Licht- und Ultraschallwellen in Flüssigkeiten und Gasen eröffnete Debye Anfang der 30er Jahre einen dritten Forschungskomplex. Zusammen mit Francis Weston Sears (1898 – 1975) entdeckte er den nach ihnen benannten Effekt, der die Wirkung eines in einer Flüssigkeit erzeugten Ultraschallwellenfeldes auf einen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Schallwellen einfallenden Lichtstrahl als die eines optischen Phasengitters beschreibt, wobei die Wellenlänge der Schallwellen die Bedeutung der Gitterkonstanten hat.⁵⁵² Zur Erklärung des Effekts wies Debye die Anwendbarkeit der von Léon Brillouin (1889 – 1969) entwickelten Streutheorie auf die von ihnen betrachtete Streuung von Licht in einer von Schallwellen durchsetzten Flüssigkeit nach.⁵⁵³ Weitere Resultate zu speziellen Fragen brachten einige von Debye betreute Dissertationen.

Schließlich veranlassten die experimentellen Erfolge von Wander J. de Haas (1878 – 1960) bei der Erzeugung tiefster Temperaturen Debye 1934 seine acht Jahre zuvor vorgeschlagene Abkühlungsmethode mit Hilfe adiabatischer Entmagnetisierung erneut zu betrachten und zu diskutieren, «wie ein adiabatischer Entmagnetisierungsprozeß (sic!) verlaufen sollte in einem Körper, in dem zu der Wirkung der äußeren Feldstärke noch die Wirkung des magnetischen molekularen Feldes hinzukommt».⁵⁵⁴ Theoretisch war bereits klar, dass bei tiefsten Temperaturen von einigen Hundertstel °K paramagnetische Körper ferromagnetisch wurden und Debye war überzeugt, dass es paramagnetische Substanzen gibt, bei denen man mit den von de Haas erreichten 0,05 °K über deren Curie-Punkt hinaus vordringen konnte. Ohne Berücksichtigung des magnetischen Molekularfelds konnte Debye das paradoxe Resultat ableiten, dass bei hinreichend niedriger Ausgangstemperatur der absolute Nullpunkt mittels einer einzigen adiabatischen Entmagneti-

⁵⁵² Debye/Sears 1932

⁵⁵³ Debye 1932

⁵⁵⁴ Debye 1934, S. 106

sierung erreicht werden könne.⁵⁵⁵ Bei Einbeziehung des magnetischen Molekularfeldes wurde dieser Fall unmöglich.

Nach seinem Weggang von Leipzig hat Debye sich u. a. weiter mit der experimentellen Verwertung seiner theoretischen Erkenntnisse beschäftigt. Das enge Verknüpfen von Experiment und dessen theoretischer Durchdringung war charakteristisch für Debyes Forschungen, wobei er von der experimentellen Praxis ausging und dann versuchte, diese im ständigen Wechselspiel mit theoretischen Überlegungen auf ein höheres Niveau zu heben. In diesem Zusammenhang müssen die von Debye teilweise mit Kollegen verfassten bzw. herausgegebenen Monographien und Tagungsbände erwähnt werden, die zur raschen Verbreitung und Anwendung der neuesten Erkenntnisse in der Molekülforschung beitrugen. Neben der Herausgabe der Vorträge zu den Leipziger Wochen sei stellvertretend der mit seinem Schüler Sack verfasste Beitrag zur Theorie der elektrischen Molekulareigenschaften genannt.⁵⁵⁶

9.3 Die Erfolge der Abteilungen für technische Physik

Neben den Ordinarien wirkten noch die Vorstände der Abteilungen für technische Physik und zwei weitere Professoren am Physikalischen Institut, deren Forschungen im Folgenden kurz dargestellt werden sollen. Theoretische und mathematische Elemente kamen bei den einzelnen Personen sehr unterschiedlich zur Geltung.

Marx als Vorstand der Abteilung Radiophysik blieb in den Jahren bis zu seiner zwangsweisen Versetzung in den Ruhestand seinem Forschungsgebiet treu und untersuchte weiter die Elektrizitätsleitung in Gasen. Dabei entdeckte er 1929 mit seinem Schüler Herbert Meyer (1903–1963), dass das Aufladepotential einer mit monochromatischem Licht bestrahlten lichtelektrischen Schicht sich verringerte, wenn sie gleichzeitig langwelligerem Licht ausgesetzt wurde, und erkannte dies als einen neuen photoelektrischen Effekt.⁵⁵⁷ Zwei Jahre später legten beide eine theoretische Erklärung für diesen Effekt vor. Sie wiesen nach,

⁵⁵⁵ Debye 1934, S. 110

⁵⁵⁶ Debye/Sack 1934

⁵⁵⁷ Marx 1929; s. auch Marx 1930

dass er durch eine von dem langwelligeren Licht bewirkte Änderung der Raumladung um die Kathode entstand, was wiederum eine Vergrößerung der Austrittsarbeit zur Folge hatte.⁵⁵⁸

Karolus setzte sowohl in der von ihm geleiteten Abteilung für Angewandte Elektrizitätslehre als auch in einem privat betriebenen Institut die Arbeiten zur Bildtelegraphie und deren praktischer Nutzung einschließlich des Baus der notwendigen Geräte intensiv fort. Für die gerätetechnische Realisierung verschiedener Ideen erhielt er jeweils ein Reichspatent. Den neu entdeckten Debye-Sears-Effekt versuchte er sehr bald für die hochfrequente Modulation von Licht zu nutzen und entwickelte auf dieser Basis u. a. ein Bildübertragungsgerät mit einer hohen Übertragungsgeschwindigkeit von 100 000 Bildelementen pro Sekunde. Für die Funkausstellungen in Berlin realisierte er mit verschiedenen Verfahren die Übertragung von Großbildern von bis zu 20 m². Zu einer 1937 edierten Übersicht über den aktuellen Forschungsstand trug er eine Analyse der verschiedenen Verfahren der Großbildübertragung bei und charakterisierte das Zellenrasterverfahren als das aussichtsreichste.⁵⁵⁹ Außerdem beteiligte er sich an den Forschungen zur Entwicklung des Fernsehens mit Studien zur Synchronisierung von Sender und Empfänger durch elektrisch angeregte Stimmgabeln. Dies gehörte zu der «Fülle von Kleinarbeit», die «kaum noch erfinderischen Ruhm» einbrachte, für den Ausbau der Grundlagen und den weiteren Fortschritt des Fernsehens aber unumgänglich war.⁵⁶⁰

Im Vergleich mit den beiden anderen traten in der dritten Abteilung der angewandten Physik am Physikalischen Institut, der für Angewandte Mechanik und Thermodynamik, mathematische Elemente etwas stärker in Erscheinung, was aber nicht auf eine stärkere theoretische Ausrichtung zurückzuführen ist, sondern nur den höheren Grad an mathematischer Durchdringung in den zugehörigen theoretischen Grundlagen widerspiegelt. Die Arbeiten von Schiller und seinen Mitarbeitern und Schülern waren vorwiegend experimentell orientiert und vorrangig der Hydro- und Aerodynamik sowie der Wärmeleitung und -übertragung gewidmet. Sie waren geprägt durch Schillers «ins Kleinste gehende Untersuchung der letzten Einzelheit» und sein Bestreben die theoretische

⁵⁵⁸ Marx/Meyer 1931

⁵⁵⁹ Karolus 1937

⁵⁶⁰ Karolus 1932, S. III

Deutung der Erscheinung restlos zu klären.⁵⁶¹ In zahlreichen Versuchen wurde zum Beispiel die Entstehung von Turbulenz in Abhängigkeit von den Anfangsstörungen und der kritischen Reynolds'schen Zahl quantitativ analysiert und für die verschiedenen Rohreinlaufformen ein einheitliches Kriterium formuliert. Außerdem wurde in turbulenten Strömungen das Einstellen einer stabilen Geschwindigkeitsverteilung über die Anlaufstrecke hin beobachtet. Eine weitere Aufgabe bildete die Analyse der Wirbelbildung, speziell von sog. Wirbelstraßen, hinter umströmten Körpern sowie des Strömungswiderstandes in pulsierenden Strömungen. Die räumlichen Bilder der Wirbelbildung zeigten, dass man «die richtigen Formen nur dann erkennt, wenn man stets ihre Entstehung aus der Diskontinuitätsfläche beachtet».⁵⁶² Zur Messung der Wirbelstraßen wurden auch akustische Methoden eingesetzt. Die quantitative Bestimmung von Elementen der Wirbelstraße spielte auch für die Untersuchungen des Rohr- und Körperwiderstands eine wichtige Rolle. Auf der Basis neuer theoretischer Ansätze konnte Schiller aus diesen Daten den Strömungswiderstand berechnen und erhielt eine gute Übereinstimmung mit den gemessenen Werten. Zusammen mit Alexander Naumann (1905–1983) stellte er die in Abhängigkeit von der Reynolds'schen Zahl mit verschiedenen Gesetzen berechneten Widerstandswerte für kugelförmige Körper zusammen, ergänzte sie durch neue systematische Versuche und konnte für einen großen Bereich der Reynolds'schen Zahl die richtigen Werte angeben. Da die in der Praxis vorkommenden Fälle, etwa bei den Aufbereitungsverfahren, oft im Grenzbereich von zwei Berechnungsvorschriften lagen, ergaben sich teilweise beträchtliche Korrekturen. Abschließend wiesen sie auf die Übertragbarkeit ihrer Ergebnisse auf beliebige feste Stoffe und beliebige Flüssigkeiten bzw. Gase hin.⁵⁶³ Für das Engler-Viskosimeter bestätigte Schiller mit Hilfe seiner laminaren Anlauftheorie eine empirisch gewonnene Formel für die Zähigkeit.⁵⁶⁴

In dem zweiten großen Themenkomplex der Forschungen Schillers, der Wärmeleitung und -übertragung, verbesserte er sowohl die Messgenauigkeiten für die Wärmeleitung in Flüssigkeiten als auch die Methode

⁵⁶¹ Naumann, A. 1942

⁵⁶² Schiller 1939, S. 246

⁵⁶³ Schiller/Naumann 1933a

⁵⁶⁴ Schiller 1932

**Abbildung 9.6**

Ludwig Schiller, ao. Professor für Physik und Luftschiffahrt in Leipzig 1925–1926 bzw. für angewandte Mechanik und Thermodynamik 1926–1945

für in der Praxis angewandten Schnellmessungen. Neben der erzwungenen Konvektion untersuchte er mit seinen Mitarbeitern insbesondere die freie Konvektion einer quadratischen horizontalen Platte als räumliches Problem und ließ von Werner Kraus (1910–1965) gleichzeitig das Temperatur- und das Geschwindigkeitsfeld mit einer auf den räumlichen Fall verallgemeinerten Methode erstmalig ausmessen. Weitere Messungen erfolgten für verschiedene Schrägstellungen der Platte und am Zylinder.⁵⁶⁵ All diese Studien zog er zur Überprüfung der bisherigen Theorie und als Grundlage für neue theoretische Überlegungen heran. Mit einem anderen Mitarbeiter ging er der Frage nach, ob für den Wärmeübergang einer strömenden Flüssigkeit in Rohren ein für alle Flüssigkeiten gültiges Gesetz formuliert werden könne. In diesen Kontext gehörten die Bestimmung der Widerstands- und Wärmeübergangsgesetze für strömende Flüssigkeiten in Rohren bei hohen Reynolds'schen Zahlen sowie allgemein die Aufdeckung der neu hinzukommenden Variablen, wenn

⁵⁶⁵ Schiller 1941

nicht die vereinfachenden Voraussetzungen für die Prandtl'sche Theorie erfüllt waren. Wie bei einigen seiner Kollegen muss schließlich auch bei Schiller auf die Zusammenfassung der auf seinem Forschungsgebiet erzielten Resultate hingewiesen werden.⁵⁶⁶ Die ausführliche Übersicht im *Handbuch der Experimentalphysik* zeichnete sich unter anderem dadurch aus, dass sie wertvolles Material aus der «lebendigen Praxis» bereitstellte und dadurch einen wichtigen Beitrag zur Einbeziehung derartiger Beispiele in die Hochschulausbildung lieferte.⁵⁶⁷

Neben den drei Abteilungsvorständen wirkten noch drei weitere Professoren, Möbius, Kaempff und Schmidt, am Physikalischen Institut; die Arbeiten von Kirchner gehören zu den kernphysikalischen Untersuchungen, die im nächsten Abschnitt behandelt werden. Kaempff setzte seine Studien zur Farbfotographie fort, ohne darüber zu publizieren. Erst mehrere Jahre nach Kriegsende veröffentlichte er einen Aufsatz zum Herschel-Effekt, wobei unklar bleiben muss, wann diese Resultate genau erzielt wurden.⁵⁶⁸ Auch von Möbius sind in dem betrachteten Zeitraum nur zwei Publikationen zu verzeichnen. Darin beschäftigte er sich mit den unstetigen Änderungen der elastischen Konstanten ferromagnetischer Kristalle am Curie-Punkt, die für den Torsionsmodul eines Nickeldrahtes in einem magnetischen Längsfeld analysiert wurden. Die experimentellen Ergebnisse konnten nicht durch die von Heisenberg vorgeschlagene Entkopplung der Valenzkräfte erklärt werden, so dass die Notwendigkeit einer neuen theoretischen Bearbeitung des Sachverhaltes entstand.⁵⁶⁹

Der hauptamtlich an der Hochschule für angewandte Technik in Köthen beschäftigte Schmidt gehört mit seinen Arbeiten, die mehrheitlich der analytischen Mechanik zuzurechnen sind, zweifellos in die Reihe der Theoretiker oder der mathematischen Physiker. Seine erste große Publikation, eine Einführung in die mathematische Tragflügeltheorie, enthielt jedoch einige «nicht in voller Schärfe» formulierte Definitionen und Sätze, so dass sie kaum geeignet war, die bestehenden Vorbe-

⁵⁶⁶ Schiller 1930; Schiller/Naumann 1933b; Schiller 1937

⁵⁶⁷ Die Behandlung tatsächlich in der Praxis vorkommender Beispiele während der Hochschulausbildung war eine aktuelle Forderung bei den Reformbestrebungen im Hochschulwesen.

⁵⁶⁸ Kaempff 1950

⁵⁶⁹ Möbius 1932



Abbildung 9.7

Felix Kaempf, ao. Professor für Physik
in Leipzig 1927 – 1942

halte der Mathematiker abzubauen.⁵⁷⁰ Schmidt ließ jedoch in seinem Bemühen, sich auch als mathematischer Physiker zu profilieren, nicht nach. Bereits zuvor hatte er ab 1927 in mehreren Arbeiten Probleme aus der Theorie der erzwungenen Schwingungen gelöst und dabei ein neues Integrationsverfahren entwickelt.⁵⁷¹ Dieses Verfahren wandte er in den folgenden Jahren auf physikalisch bzw. technisch interessante Fälle der Belastung von homogenen elastischen Saiten und Seilen sowie von Stäben und Platten an. Als Belastungen wurden u. a. bewegliche, zeitlich veränderliche Kräfte angenommen und die zugehörigen Randwertaufgaben gelöst. Dazu war mehrfach eine Anpassung der Integrationsmethode an die jeweilige Situation nötig.⁵⁷² Der eingehenden Beschäftigung mit Schwingungsproblemen war 1931 auch ein Lehrbuch zur Theorie der Wellengleichung entsprungen, das einen bequemen Zugang zur Behandlung von Eigenwertproblemen bieten sollte.⁵⁷³ Schmidt hielt dabei an den klassischen Methoden fest. Er stellte zwar nach Ein-

⁵⁷⁰ Schmidt 1929a

⁵⁷¹ Schmidt 1927a; Schmidt 1927b; Schmidt 1927c

⁵⁷² Schmidt 1929b; Schmidt 1931a; Schmidt 1931b; Schmidt 1932

⁵⁷³ Schmidt 1931c

führung der Green'schen Funktion zur Lösung der Differentialgleichung die Verbindung zur Theorie der Integralgleichungen her, führte dies aber nicht weiter aus. Die Anerkennung für seine Forschungen kam wenig später dadurch zum Ausdruck, dass er zur Mitarbeit am *Handbuch der Experimentalphysik* gebeten wurde und dort 1934 die *Schwingungen kontinuierlicher Systeme und Wellenvorgänge* zusammenfassend darstellte.⁵⁷⁴ In der Folgezeit rückten aerodynamische Probleme in den Mittelpunkt der Schmidt'schen Interessen. In der letzten Arbeit vor seinem Wechsel an die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin widmete er sich Prandtl's Theorie der tragenden Linie und eröffnete damit eine Reihe von mehreren Veröffentlichungen zu diesem Themenkomplex.⁵⁷⁵ Auf der Basis der von Trefftz für die Hauptaufgabe der Prandtl'schen Tragflügeltheorie vorgenommenen potentialtheoretischen Formulierung zeigte er, wie sich die Bestimmung der Auftriebsverteilung eines Tragflügels bei gegebener Anstellwinkelverteilung auf die dritte Randwertaufgabe der Potentialtheorie für das Äußere des Einheitskreises zurückführen ließ. Damit konnte er unmittelbar für die in der Praxis interessierenden Fälle die Existenz und Eindeutigkeit einer Lösung, d. h. einer einzigen stetigen Auftriebsverteilung, beweisen, wobei die Stetigkeit auch bei stückweise stetiger Anstellwinkelverteilung erhalten blieb. Weiterhin erhielt er Aussagen über die Entwickelbarkeit der Lösung in eine absolut und gleichmäßig konvergente Fourier-Reihe und für eine Reihe von Tragflügelprofilen eine Lösung in geschlossener Form. Zur Berechnung der Reihenentwicklung verwendete er dabei die auf dem Orthogonalisierungsverfahren beruhende Methode von E. Schmidt. In der Gesamtheit seiner Arbeiten präsentierte sich Schmidt als typischer Vertreter der mathematischen Physik, galt doch sein Streben primär der Verbesserung der mathematischen Methoden, mit denen die physikalischen Sachverhalte beschrieben wurden, und nicht der Vertiefung der physikalischen Grundlagen. Dabei wird nicht verkannt, dass eine genauere quantitative Erfassung der physikalischen Vorgänge zugleich zu deren besserem Verständnis beitrug. Neben seinen Forschungsarbeiten dienten die allgemeinen Einführungen in die Theorie der Wellengleichung bzw. in die Vektor- und Tensorrechnung⁵⁷⁶ dieser Zielstellung.

⁵⁷⁴ Schmidt 1934

⁵⁷⁵ Schmidt 1937

⁵⁷⁶ Schmidt 1935

9.4 Die Forschungen zur Kernspaltung und zur Uranmaschine

Die Verdrängung des Radiophysikers Marx aus seiner Leipziger Lehrposition durch die nationalsozialistischen Machthaber nutzten die drei Ordinarien am Physikalischen Institut für eine weitere Stärkung der Forschungen zur Atomphysik, indem sie die Berufung eines experimentellen Kernphysikers beförderten und damit auch für eine angemessene Vertretung dieses Teilgebiets sorgten. (vgl. Abschn. 7.2) Mit der Entdeckung des Neutrons hatten die experimentellen Untersuchungen einen Aufschwung erhalten, der zu vielen neuen interessanten Ergebnissen führte. Kirchner, der auf die Marx'sche Stelle berufen wurde, aber schon bald auf ein Ordinariat an der Universität Köln wechselte, hat in Leipzig jedoch noch keine Experimente mit Neutronenbeschuss durchgeführt, sondern mit den zuvor üblichen Objekten gearbeitet, d. h. er analysierte den Beschuss von kleinen Atomkernen, wie Bor, Lithium oder Beryllium, mit Alpha-Strahlen bzw. schnellen Protonen, was auch der apparativen Basis in Leipzig entsprach. Den erreichten Kenntnisstand fasste er mehrmals in Übersichtsartikeln zusammen,⁵⁷⁷ unter anderem mit seinem Schüler Hugo Neuert (1912–1989), der auch als Erster mit einem Thema zur experimentellen Kernphysik in Leipzig promoviert wurde. Außerdem hat Kirchner die in München begonnenen intensiven Forschungen zur Strahlungsphysik, speziell zu Interferenzerscheinungen, weitergeführt und Interferenzen beim Durchgang schneller Elektronen durch Kristalle studiert. Gemeinsam mit Hans Lassen (1897–1974) entdeckte er dabei einen neuen Typ von Kristallinterferenzen.⁵⁷⁸

Auch nach Kirchners Weggang war die experimentelle kernphysikalische Forschung nominell in Leipzig gut vertreten, ab 1937 sogar durch ein Ordinariat. Hoffmann, Nachfolger von Debye, hat jedoch in Leipzig vorrangig seine Untersuchungen zur kosmischen Höhenstrahlung fortgesetzt und weiter an der Verbesserung der Messtechnik gearbeitet. Kurz vor seinem Amtsantritt in Leipzig hatte er nochmals das von ihm erfundene Vakuumduantenelektrometer zur Messung kleiner Elektrizitätsmengen verbessert und neu konstruiert. 1940 berichtete er über

⁵⁷⁷ Kirchner 1934; Kirchner/Neuert 1935

⁵⁷⁸ Kirchner/Lassen 1935

eine weitere, durch konstruktive Veränderung erreichte Steigerung der Empfindlichkeit und über erste Ergebnisse bei der Anwendung des neuen Elektrometers. Diese Anwendung war nun auch für die experimentelle Kernphysik von Bedeutung, denn sie betraf die Beobachtung von großen Ionenmengen, die sowohl bei der Höhenstrahlung als auch bei der Uranspaltung auftraten. Hoffmanns Gerät diente somit der



Abbildung 9.8

Gerhard Hoffmann, Ordinarius für Experimentalphysik in Leipzig 1937–1945, bei der Arbeit im Labor

genaueren Erfassung dieser Vorgänge und trug zu deren Aufklärung bei, ungeachtet der Tatsache, dass Hoffmann für die Uranspaltung noch kein abschließendes Resultat vorlegen konnte.⁵⁷⁹ Für die Höhenstrahlung analysierte er die Ionenbildung und wies Kernzertrümmerungen der kosmischen Strahlung mit der Ionisationskammer nach.⁵⁸⁰ Ein Jahr später stellte er dann eine Versuchsanordnung vor, die die bisher übliche Empfindlichkeitsgrenze der Elektrometrie um eine Zehnerpotenz vergrößerte, indem die Wirkung von 100 Elektronenladungen, Hoff-

⁵⁷⁹ Hoffmann 1940

⁵⁸⁰ Hoffmann 1942

mann sprach von elektrischen Elementarquanten, nachweisbar sein sollte. Die Zeitumstände hatten jedoch bisher eine gerätetechnische Umsetzung und Erprobung des Gerätes verhindert. Die Bedeutung der neuen Messmethode sah Hoffmann wieder in einer «verschärften Beobachtungsgenauigkeit» «namentlich auf dem Gebiet der Kernphysik». ⁵⁸¹ Ob es ihm noch gelang, die Messmethode experimentell zu überprüfen und dann anzuwenden, konnte nicht ermittelt werden. Hoffmann hat im wesentlichen nur mittelbar zu den aktuellen Themen der experimentellen Kernphysik, wie Elementumwandlung durch Protonen- bzw. Neutronenbeschuss oder Kernspaltung, gearbeitet, doch war er, was ja für seine messtechnischen Ambitionen unverzichtbar war, im Rahmen der Möglichkeiten sehr gut über den aktuellen Entwicklungsstand informiert. ⁵⁸²

Nach fast dreijähriger Vakanz kam mit Döpel wieder ein aktiv in der experimentellen Kernphysik Forschender auf das Extraordinariat für Strahlungsphysik. Da Döpels Biographie, sein Wirken in Leipzig und speziell seine Zusammenarbeit mit Heisenberg beim Bau eines Kernreaktors (Uranmaschine) mehrfach beschrieben und analysiert wurden, ⁵⁸³ kann hier eine summarische Darstellung mit besonderem Blick auf die Wechselbeziehungen von mathematischer und theoretischer Physik genügen. Döpel war es in den Berufungsverhandlungen gelungen, die Ausstattung für die kernphysikalischen Experimente durch den Erwerb eines Van-de-Graaff-Generator-Beschleunigers wesentlich zu verbessern, konnten doch damit Teilchen mit höherer Energie für den Beschuss von Atomkernen gewonnen werden. Bereits an seiner vorangegangenen Wirkungsstätte Würzburg hatte er zahlreiche Kernumwandlungsexperimente an leichten Kernen durchgeführt und eine ganze Reihe neuer Einsichten in diese Kernreaktionen publiziert. In Leipzig führte er die Studien zur Erzeugung und zum Nachweis von Neutronen sowie die Experimente mit ihnen fort. Doch noch ehe er über den Aufbau der Versuchseinrichtungen hinausgekommen war, brachten die Entdeckung der

⁵⁸¹ Hoffmann 1941, S. 42

⁵⁸² Durch den zunehmend eingeschränkten Zugriff auf die internationale Fachpresse und die spätestens mit Kriegsbeginn einsetzende strikte Geheimhaltung der Forschungsergebnisse war die Aktualität mehr und mehr auf Deutschland beschränkt.

⁵⁸³ Lehmann/Kleint 1993; Lehmann 1995; Kleint 1995; Hantzschke 1995 sowie die im Teil 1 von [Kleint/Wiemers 1993] enthaltenen Beiträge

Kernspaltung in Form der Aufspaltung des Urankerns mittels Neutronenbeschuss durch Hahn, Meitner und Straßmann an der Jahreswende 1938/39 sowie die rasche Erkenntnis über die mögliche Realisierung einer Kettenreaktion und die Nutzung der dabei entstehenden Energiemengen eine Neuorientierung der Forschungen. An der raschen, bis Mitte 1939 erfolgenden Aufklärung der mit der Uranspaltung verbundenen Erscheinungen einschließlich der theoretischen Deutung waren die Leipziger Physiker nicht beteiligt, zumal die Gruppe um Heisenberg zu jenen Physikern gehörte, die «das Problem der Energiefreisetzung» «als eine Aufgabe für Ingenieure und Techniker» ansahen⁵⁸⁴ und sich weiter den Fragen der kosmischen Strahlung und der Quantenfeldtheorie widmeten.

Dies änderte sich grundlegend, als Heisenberg zur Sitzung des Uranvereins am 26. September 1939 eingeladen und mit der Ausarbeitung der Theorie eines Kernreaktors beauftragt wurde. Innerhalb von drei Monaten schuf Heisenberg diese Theorie und entwickelte mehrere Strategien zur experimentellen Umsetzung eines Reaktors, wobei er auch den begrenzten Ressourcen Rechnung tragen musste. Auf dieser Basis kam es zu einer intensiven und fruchtbaren Zusammenarbeit von Heisenberg, Döpel und dessen Frau Klara (1900–1945), deren Ergebnisse sich in sieben Geheimberichten in den Jahren 1940–1942 niederschlugen. Nach vorbereitenden Versuchen zur Bestimmung der Diffusionslänge in schwerem Wasser und im Uran (Pechblende) wurden vier Versuche mit Kugelschicht-Anordnung von Moderator und Spaltmaterial vorbereitet und durchgeführt. Veränderungen beim Moderator oder beim Spaltmaterial (metallisches Uran statt Pechblende), beschränkte Materialressourcen bzw. neue Werte für die Diffusionslängen erforderten oft eine Neuberechnung der Versuchseinrichtung, machten also ein ständiges Wechselspiel von Theorie und experimentellen Fertigkeiten unumgänglich. Die Auswertung der im Frühsommer 1942 durchgeführten Messungen an der vierten Versuchsanordnung erbrachten den Nachweis, dass es erstmals gelungen war, eine effektive Neutronenvermehrung zu erreichen und damit eine sich selbsterhaltende Kettenreaktion in Gang zu setzen.

Am 23. Juni desselben Jahres wurde die Versuchsanordnung jedoch bei einem Unfall zerstört, was zugleich das Ende der Leipziger experi-

⁵⁸⁴ Bagge 1993, S. 20

mentellen Arbeiten zum Bau eines Kernreaktors bedeutete. Zeitlich fiel dies mit Heisenbergs endgültigem Wechsel nach Berlin zusammen. Döpel hat in den Folgejahren noch einige Forschungen am Uran, zur Spektralanalyse und über Ionenquellen unternommen. Zunehmend wurde die Arbeit durch die Kriegereignisse behindert, so wurde der Van-de-Graaff-Bandgenerator, dessen Aufbau erst 1943 vollendet worden war, 1944 bei einem Bombenangriff nebst weiteren Institutseinrichtungen völlig zerstört.



Abbildung 9.9

Robert Döpel, ao. Professor für Strahlungsphysik in Leipzig 1938–1945

Die Leipziger Arbeiten zur Nutzung der Kernenergie offenbarten nochmals ein enges Zusammenwirken von theoretischen und experimentellen Forschungen, das durch die klare Ausrichtung auf die technische Realisierung einen anderen Charakter hatte, als etwa bei Debyes Untersuchungen Anfang der 30er Jahre. Die zunehmenden Einschränkungen in der Kommunikation mit ausländischen Gelehrten, bei der Förderung von Grundlagenforschungen und bei der Beschaffung von Materialien und Geräten wirkten als behindernde Rahmenbedingungen.

Das enge Ineinandergreifen von Elementen der mathematischen, theoretischen und Experimentalphysik, das sich in Leipzig Ende der 20er, Anfang der 30er Jahre nahezu mustergültig entwickelte, erlitt durch die

politischen Veränderungen ab 1933 immer deutlichere Verzerrungen. Anders als bei den Auseinandersetzungen rund drei Jahrzehnte zuvor waren sie nicht durch disziplinspezifische Veränderungen bedingt.

9.5 Die Forschungen am Geophysikalischen Institut

Anknüpfend an das Wirken seiner Vorgänger Bjerknes und R. Wenger hatte Weickmann systematisch die Vielfalt der Forschungsthemen am Institut erhöht, so dass sie in den 30er Jahren meteorologische, hydrographische, mikroklimatische, seismische und erdmagnetische Probleme umfassten. Ein Ausdruck der großen Forschungsaktivitäten waren die fast 60 Dissertationen, die Weickmann trotz seiner zahlreichen anderen Verpflichtungen bis zum Kriegsbeginn 1939 betreute, bis 1945 folgten weitere 14. Im Folgenden soll nur auf jene Forschungen eingegangen werden, die eine enge Verbindung mit physikalischen oder mathematischen Überlegungen aufweisen.

Weickmann hat diesbezüglich in dem betrachteten Zeitraum bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs keine neuen eigenen Akzente gesetzt, aber durch seine wissenschaftsorganisatorische Tätigkeit diese Entwicklung sehr wohl weiter gefördert. Seine Publikationen beinhalteten neben zusammenfassenden Darstellungen, die auf den verschiedenen Expeditionen gewonnenen Daten und deren Auswertung, die Beschreibung einiger Instrumente sowie weitere meteorologische Beobachtungen.⁵⁸⁵

Die physikalisch-mathematische Komponente brachten vor allem Haurwitz und Lettau in ihren theoretischen Arbeiten zur Geltung. Sie lieferten dabei mehrere eindrucksvolle Beispiele für die Anwendung physikalischer Überlegungen und mathematischer Methoden zur Behandlung aero- bzw. hydrodynamischer Probleme. So griff Haurwitz, einer Anregung Weickmanns folgend, eine ältere Theorie zur Dynamik der Atmosphäre wieder auf, gab ihr durch die Verwendung der Vektoranalysis eine einfachere Gestalt, erweiterte sie im Bezug auf die Bewegung von Wirbeln endlichen Querschnitts und exemplifizierte sie für reibungsfreie wie für zähe Flüssigkeiten.⁵⁸⁶ Wenig später setz-

⁵⁸⁵ Zu Weickmanns Aktivitäten vergleiche auch den Beitrag von Börngen und Weickmann [Börngen/Weickmann 2003].

⁵⁸⁶ Haurwitz 1929

te er sich kritisch mit den zur Bestimmung von Strömungen in der Atmosphäre bzw. Hydrosphäre benutzten Differentialgleichungen auseinander und wies auf die fehlerhafte Anwendung der Gleichung für die Bewegung eines Massenpunktes hin. 1931 wandte sich Haurwitz in einer für sein weiteres Schaffen grundlegenden Arbeit der Theorie der Wellenbewegungen in Luft und Wasser zu. Er leitete die jeweiligen Bewegungsgleichungen her und strebte eine Analyse der in geschichteten Medien auftretenden Wellentypen an, wobei er im Gegensatz zu seinen Vorgängern auch kompressible Medien zuließ und die Änderungen erfassen wollte, die die Wellen bei InkompRESSIBILITÄT erfuhren. Nachdem er verschiedene Modelle für die Schichtenstruktur der Flüssigkeit betrachtet hatte, studierte er noch den Fall der isotherm geschichteten Gase. Als eine Anwendung behandelte er die Wogenwolken, die sich an der Grenzfläche zweier Medien mit ungleicher Dichte bildeten und quasivertikale Schwingungen kleiner Wellenlänge darstellten. Die mit Haurwitz' Theorie berechneten Werte stimmten mit den Beobachtungen gut überein.⁵⁸⁷ Die Theorie der Luftwogen hat er noch in Leipzig in weiteren Arbeiten ausgebaut, dabei die älteren Ansätze von Hermann von Helmholtz (1821 – 1894) und Alfred Wegener präzisiert und insbesondere den Einfluss aufgeklärt, den die Berücksichtigung der vertikalen Dichteabnahme und der Kompressibilität der Atmosphäre auf die Berechnung der Wellenlänge der Luftwogen hatte.⁵⁸⁸ Zwei kleinere Noten zur Vereinheitlichung der Vektorschreibweise in der Meteorologie und zur Änderung der Schwerkraft bei Annäherung an den Erdmittelpunkt in einer kugelsymmetrisch aufgebauten Erde, Letzteres auf potentialtheoretischer Basis, sowie eine Studie zur Anwendung der Theorie kleiner Störungen auf Vorgänge in der Atmosphäre, speziell die Wellenbewegungen an der Grenzfläche zweier Luftschichten, runden das Bild der Haurwitz'schen Forschungen ab, die er dann erfolgreich in den USA fortsetzte.

Auch Lettau demonstrierte in vielen seiner Arbeiten die enge Verbindung von mathematisch-theoretischer Behandlung des Problems und Vergleich mit den Beobachtungsdaten. Auf seinem Hauptforschungsgebiet, der atmosphärischen Turbulenz, trug er zu beiden Komponenten viel Neues bei. Indem Lettau die Definition der atmosphärischen Tur-

⁵⁸⁷ Haurwitz 1931a

⁵⁸⁸ Haurwitz 1931b

bulenz breiter fasste als einige Zeitgenossen, konnte er speziell den zentralen Prozess des Luftmassenaustauschs miterfassen und gewann einen allgemeinen Standpunkt, der sich für die Darstellung als sehr vorteilhaft erwies. Er führte u. a. umfangreiche und interessante Messungen der Turbulenz in der freien Atmosphäre vom Freiballon aus durch und gehörte in theoretischer Hinsicht zu den Pionieren, die die Zirkulation der gemäßigten Breiten als Strömung mit horizontaler Turbulenz interpretierten und dazu quantitative Studien unternahmen. Intensiv beschäftigte er sich zusammen mit Werner Schwerdtfeger (1909–1985) mit Austauschprozessen in der Atmosphäre, der Berechnung des Austauschkoefizienten, führte Beobachtungsfahrten im Freiballon durch und wertete die Messergebnisse aus.⁵⁸⁹ 1939 publizierte Lettau auf der Basis seiner im Wintersemester 1937/38 gehaltenen Vorlesung die erste lehrbuchmäßige Darstellung über atmosphärische Turbulenz in deutscher Sprache und vereinigte damit viele Einzelresultate in einer Monographie.⁵⁹⁰

Die periodischen Niveauschwankungen von Seen, Seebecken etc. in Form von stehenden Wellen, sog. Seiches bildeten ein weiteres Forschungsthema. Lettau analysierte verschiedene Einflussfaktoren auf die Seichesbewegungen, gab teilweise analytische Beschreibungen und verglich sie mit den Beobachtungsergebnissen. So leitete er für die sogenannte Mündungskorrektur, die durch die (schmale) Öffnung des Sees zum Meer hin erfolgende Beeinflussung der Seichesbewegung, einen analytischen Ausdruck ab, der bei Beobachtungen am Kurischen Haff gute Übereinstimmung mit den Beobachtungsdaten ergab.⁵⁹¹ Lettaus Bemühungen um eine «Verfeinerung der geophysikalischen Messtechnik mit dem Streben nach Erfassung auch der schwächsten Veränderung der Erdkruste» führten zur Konstruktion des Horizontaldoppelpendels und zur Bestimmung von Verbiegungen der Erdkruste infolge von Luftdruckänderungen sowie weiteren Anwendungen des Doppelpendels.⁵⁹² Im Vergleich zu Haurwitz nahm die praktische Beobachtungstätigkeit in den Forschungen Lettaus einen größeren Anteil ein, ohne dass jedoch von einer Vernachlässigung der theoretischen Komponente gesprochen

⁵⁸⁹ Lettau/Schwerdtfeger 1933a; Lettau/Schwerdtfeger 1933b; Lettau 1933a; Lettau 1933b

⁵⁹⁰ Lettau 1939

⁵⁹¹ Lettau 1932; Lettau 1934

⁵⁹² Lettau 1937a, S. 87; Lettau 1937b; Lettau 1938

werden könnte. Beide Gelehrte bewiesen in ihren Arbeiten, dass in der Geophysik ein nachhaltiger Fortschritt nicht ohne eine mathematisch-theoretische Untersuchung der jeweiligen Probleme möglich war. Wenn auch die eingesetzten mathematischen Methoden in ihren Wurzeln auf teilweise schon länger bekannte Elemente der analytischen Mechanik, speziell der Hydro- und Aerodynamik, zurückgingen, so war das Niveau der Wechselbeziehungen zwischen Geophysik bzw. dem jeweiligen Teilgebiet und der Mathematik mit dem in der Physik erreichten Stand vergleichbar. Dabei gilt es zu beachten, dass die in den beiden Disziplinen theoretisch zu erfassenden Phänomene höchst unterschiedlicher Natur sind und wesentlich in ihrer Zugänglichkeit gegenüber einer exakten Beobachtung differieren, ein direkter Vergleich also nicht überstrapaziert werden darf.

9.6 Kontinuität und Wandel in der Auseinandersetzung mit physikalischen Fragen – Lichtenstein und van der Waerden

Am Mathematischen Institut waren die hier besonders interessierenden Untersuchungen zur mathematischen Physik in den 20er Jahren durch Herglotz und Lichtenstein gut vertreten gewesen, hatten aber kaum eine Reaktion auf die neuen Erfolge der theoretischen Physik in der Quantenmechanik und Atomtheorie sowie die damit einhergehenden Veränderungen im Verhältnis von theoretischer und mathematischer Physik erkennen lassen. Im Folgenden ist nun speziell darauf zu achten, ob und wie die durch die Berufung von Debye, Heisenberg und Hund vollzogene Neuorientierung in der physikalischen Forschung einen Niederschlag in den Aktivitäten der Mathematiker gefunden hat.

Lichtenstein setzte seine erfolgreiche Arbeit zur Lösung von Randwertaufgaben elliptischer Differentialgleichungen und deren Anwendungen auf Fragen der Hydrodynamik bis zu seinem frühen Tod kontinuierlich fort (vgl. Abschn. 6.5) und konnte mehrere hoffnungsvolle Studenten für diesen Themenkreis interessieren und als seine Schüler auf den ersten Abschnitten ihrer wissenschaftlichen Laufbahn führen. 1929 schloss er eine große Lücke in der Literatur zur mathematischen Physik, indem er eine Monographie über die Grundlagen der Hydrome-

GRUNDLAGEN DER HYDROMECHANIK

VON

LEON LICHTENSTEIN

O. Ö. PROFESSOR DER MATHEMATIK AN DER
UNIVERSITÄT LEIPZIG

MIT 54 TEXTFIGUREN



BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1929

Abbildung 9.10

Titelblatt von Lichtensteins Monographie zur Hydrodynamik 1929

chanik publizierte, die dem aktuellen Stand der Mathematik entsprach. Das Buch war ein Überblick über dieses Gebiet und fasste zugleich die zahlreichen tiefliegenden Ergebnisse von Lichtenstein zusammen, insbesondere enthielt es die fundamentalen Existenz- und Eindeutigkeitssätze, wobei jedoch «bei den meisten Problemen der Dynamik inkompressibler Flüssigkeiten ... die Existenzbetrachtungen ein noch offenes Problem»⁵⁹³ bildeten. In der Einleitung hob er die integrierende Rolle der Hydromechanik in ihrer Stellung zu Mathematik und Physik hervor. Diese basierte auf der Tatsache, dass die Hydromechanik mit ihren Vorstellungen und Gesetzmäßigkeiten «in vielen Fällen brauchbare, oft sogar ausgezeichnet treffende Bilder der Wirklichkeit» darbot, zugleich aber bei der Behandlung hydromechanischer Fragen zahlreiche mathematische Disziplinen zur Anwendung kamen, «die ihrerseits von der Hydromechanik fruchtbare Anregungen empfangen».⁵⁹⁴ Er strebte eine mathematisch strenge Darstellung an, «ohne die physikalischen Zusammenhänge in den Hintergrund treten zu lassen» und verwies außerdem auf Beziehungen zur theoretischen Astronomie und sogar zur Philosophie. Hinsichtlich der verwendeten mathematischen Mittel ist noch hervorzuheben, dass er sich der vierdimensionalen Interpretation in den Raum-Zeit-Koordinaten bediente und so eine größere Einfachheit erreichte. Die angemessene Berücksichtigung der physikalischen Zusammenhänge fand u. a. in den von Lichtenstein häufig eingeflochtenen Erläuterungen zur Bedeutung oder zu den Konsequenzen der verwendeten Annahmen bzw. der erzielten Resultate ihren Ausdruck. Beispielsweise betonte er die weitergehende Bedeutung der Lösung von Existenzaufgaben der mathematischen Physik und stellte allgemein für derartige Aufgaben fest:

«Ist in einem bestimmten Falle die Existenz- und Unitätsfrage im bejahenden Sinne beantwortet, so ist damit zugleich auch die ... Frage nach der Verträglichkeit der Grundannahmen erledigt.»⁵⁹⁵

Ein Jahr später gelang Lichtenstein eine erneute Ausdehnung des früheren Resultats, dass bei der Bewegung einer idealen, inkompressiblen

⁵⁹³ Lichtenstein 1929, S. 310

⁵⁹⁴ Lichtenstein 1929, S. VII

⁵⁹⁵ Lichtenstein 1929, S. 310

homogenen Flüssigkeit in einem kleinen Zeitintervall eine kleine Änderung des Anfangszustandes nur zu einer kleinen Änderungen im weiteren Verlauf der Bewegung führt, auf «nicht notwendig kurze» Zeitintervalle. Die betrachtete Bewegung ließ sich in eine «stetige Schar von Bewegungen einbetten, die zu wenig geänderten Anfangs- und Grenzbedingungen gehören und in dem ganzen ... nicht notwendig kurzen Zeitintervall erklärt sind».⁵⁹⁶ Als eine Anwendung seiner Resultate legte Lichtenstein eine Begründung der Helmholtz-Kirchhoff'schen Theorie geradliniger, paralleler Wirbelfäden vor, einer Bewegung, die physikalisch jedoch nicht realisierbar ist, und wies unter gewissen Voraussetzungen die Existenz von Flüssigkeitsbewegungen nach, so dass «die Helmholtz-Kirchhoffschen Bewegungen ... als erste Näherungen gewisser physikalisch realisierbarer Bewegungen» erschienen.⁵⁹⁷

Ein weiteres Beispiel für seine enge Verknüpfung von der Behandlung physikalischer Probleme mit der nötigen mathematischen Strenge lieferte Lichtenstein mit der Monographie über einige nichtlineare Integralgleichungen und Integro-Differentialgleichungen. In einer separaten Publikation bewies er zunächst eine ganze Reihe für die Behandlung höherer Randwertaufgaben benötigten Aussagen zur Existenz und zum Verhalten der partiellen Ableitungen des Newton'schen Potentials, wobei die Verallgemeinerungen vorrangig die Bedingungen an die zugrunde gelegten Gebiete betrafen.⁵⁹⁸ In dem Buch baute er die Schmidt'sche Lösungstheorie für nichtlineare Integralgleichungen neu auf, wobei er in den Existenzbeweisen die Methode der sukzessiven Approximation verwendete. Dies eröffnete ihm die Möglichkeit, die Theorie auf Integro-Differentialgleichungen auszudehnen, die nicht oder nur durch schwierige Zusatzbetrachtungen auf die von E. Schmidt erfassten Integralgleichungen zurückgeführt werden konnten, und so «die Auflösung zahlreicher Integro-Differentialgleichungen im kleinen durch sukzessive Approximation in völlig einheitlicher Weise» übersichtlich darzustellen.⁵⁹⁹ In den Beweisen spielten die oben erwähnten Aussagen über das Newton'sche Potential eine zentrale Rolle. Lichtenstein gab einen sehr detaillierten Überblick einschließlich einer eingehenden Diskussion der

⁵⁹⁶ Lichtenstein 1930, S. 609

⁵⁹⁷ Ebenda, S. 633

⁵⁹⁸ Lichtenstein 1925, Teil IV

⁵⁹⁹ Lichtenstein 1931

möglichen Lösungsverzweigungen, auf die Schmidt schon aufmerksam gemacht hatte, und fügte viele wichtige Anwendungen zur Erläuterung an, u. a. das nichtlineare Problem der Wärmeleitung mit Ausstrahlung, die Existenz zweidimensionaler Oberflächenwellen und die Lösung des ersten Randwertproblems der Differentialgleichung $\Delta u = ke^u$ ($k > 0$) im Großen. Schließlich formulierte Lichtenstein noch einige Resultate zur Lösungstheorie gewisser nichtlinearer Integralgleichungen im Großen.

All diese Ergebnisse standen im Zusammenhang mit Lichtensteins Forschungen über Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten und meist waren die Impulse zu den theoretischen Erörterungen bei der Bearbeitung von Problemen aus diesem Gebiet entstanden. Immer wieder hatte er sich den Fragen dieser Theorie aufs Neue zugewandt und frühere Ergebnisse erweitert, Beweise vereinfacht sowie völlig neue Einsichten gewonnen. 1933 präsentierte er dann auf der Basis einer 1928 gehaltenen Vorlesung einen Überblick über den neuesten Stand der Theorie. Erfreut konnte er dabei konstatieren, dass «ein erheblicher Teil» des in jener Vorlesung entworfenen Programms inzwischen durch die Arbeiten von ihm und seinen Schülern erledigt worden sei. Das hinsichtlich der Existenzfragen Erreichte bilde «ein abgerundetes Ganzes, von dem manche Wege zu neuen Zielen führen».⁶⁰⁰

Ein zentraler Punkt war dabei der vereinfachte Beweis des Poincaré'schen Satzes über die Existenz von Gleichgewichtsfiguren in der Nachbarschaft einer gegebenen Gleichgewichtskonfiguration. Mit der Lösung der entsprechenden Integro-Differentialgleichung hatte sich Lichtenstein bereits in dem Buch über Klassen nichtlinearer Integralgleichungen auseinandergesetzt und dabei auf die von ihm bevorzugte Methode der sukzessiven Approximation und potentialtheoretische Sätze zurückgegriffen. Die verschiedenen möglichen Arten von Verzweigungsgleichungen erfuhren wiederum eine sehr ausführliche Diskussion. Den Fall der inhomogenen Flüssigkeiten hatte er erst kurz zuvor in einem Artikel analysiert, auf den er nun verwies.⁶⁰¹ Der Beweis des Poincaré'schen Satzes gestaltete sich für inhomogene Flüssigkeiten wesentlich schwieriger, erforderte aber keine prinzipiell neue Vorgehensweise. Lichtenstein erhielt eine Reihe neuer heterogener Gleichgewichtsfiguren in der Umgebung einer homogenen bzw. heterogenen

⁶⁰⁰ Lichtenstein 1933a, S. V

⁶⁰¹ Lichtenstein 1932a

Gleichgewichtsfigur und konnte als spezielle Anwendung eine Begründung von Clairauts Theorie der Figur der Erde ableiten. Für homogene Flüssigkeiten hatte er ebenfalls mehrere Beispiele berechnet, u. a. die Gestalt des Weltmeeres. Die beabsichtigte eingehende Betrachtung dieses letztgenannten Themas konnte er nicht mehr vollenden.⁶⁰² Das im Nachlass gefundene Manuskript wurde von seinem Schüler Karl Maruhn (1904–1976) bearbeitet und erschien 1936 in dem Lichtenstein gewidmeten Band der Zeitschrift *Prace Matematyczno-fizyczne*.⁶⁰³ Lichtenstein bestimmte darin die freie Oberfläche des Weltmeeres in der Nachbarschaft einer als bekannt angesehenen Gleichgewichtskonfiguration und zog dazu einen neuen vereinfachten Beweis für die Existenz homogener Gleichgewichtsfiguren heran.⁶⁰⁴

Ein spezielles Gebiet der Anwendung stellten die Studien zur Gestalt der Himmelskörper dar, denen Lichtenstein sowohl in der Monographie als auch in Einzelarbeiten große Aufmerksamkeit schenkte. Durch geeignete Modifikation seiner Theorie der Gleichgewichtsfiguren gelang es ihm, die Existenz derselben auch in der Nachbarschaft eines homogenen Flüssigkeitskörpers nachzuweisen, der die Gleichgewichtsbedingungen nur angenähert erfüllte. Dies führte zu ringförmigen Gleichgewichtsfiguren ohne einen Zentralkörper, zur Laplace'schen Theorie des Erdmondes, zur Theorie der flüssigen Doppel- und Mehrfachsternsysteme und zur Erörterung kosmogonischer Vorstellungen wie dem Laplace'schen Urkörper bzw. Konfigurationen aus Massepunkten, die von einer dünnen Flüssigkeit (Atmosphäre) umgeben sind. In diesen Themenkomplex gehörte auch der Nachweis einer linearen Reihe von Gleichgewichtsfiguren, die von einer heterogenen Flüssigkeitsmasse über zwei in einem Punkt zusammenhängende Massen zu zwei getrennten Massen führt, was kosmogonisch interpretiert, die Ablösung eines Mondes vom Mutterplaneten beschreibt. Für homogene Flüssigkeitsmassen hatte Poincaré 1885 einen solchen Übergang der Gleichgewichtsfiguren angedeutet, doch waren diese Vorstellungen später als falsch nachgewiesen worden. Bereits 1928 analysierte Lichtenstein in einer separaten Arbeit dieses Problem für «nichthomogene Flüssigkeitskörper» für den zweidimen-

⁶⁰² Lichtenstein 1933a, S. 89

⁶⁰³ Lichtenstein 1936

⁶⁰⁴ Auch diese Arbeit erschien posthum in der Bearbeitung von E. Hölder. Lichtenstein 1935

sionalen Fall und bestätigte die Existenz einer aus zwei Einzelmassen, die einen Punkt gemeinsam haben, bestehenden Gleichgewichtsfigur. Die dreidimensionale Fragestellung diente seinem Schüler Maruhn als Dissertationsthema.⁶⁰⁵ Auch seine Studien zur Theorie der Saturnringe bereicherte Lichtenstein um zwei weitere Arbeiten⁶⁰⁶, in denen er frühere Ergebnisse auf Ringe mit beliebiger konstanter Massedichte ausdehnte und die Existenz von periodischen Bewegungszuständen des Ringes oder, bei Vorhandensein eines Störkörpers, des ganzen Systems nachwies. Außerdem erhielt er neue Einsichten zur Stabilität des Bewegungszustandes eines solchen Ringsystems, speziell beim Auftreten eines Störkörpers in der Ebene des Ringes. Die mathematische Grundlage dieser Betrachtungen bildete eine eingehende Beschäftigung mit periodischen Lösungen eines Systems von Integro-Differentialgleichungen und die Diskussion des Systems der Verzweigungsgleichungen.

Lichtensteins Arbeiten zeichnen sich durch eine innige Verknüpfung der mathematischen Theorie mit den angewandten Fragestellungen aus, aus denen er immer wieder Impulse für neue mathematische Probleme schöpfte. Neben den schon erwähnten Arbeiten seien stellvertretend noch die Untersuchungen zum isoperimetrischen Problem sowie über belastete Integralgleichungen genannt. Das von H. Beckert gefällte Urteil über die *Hydrodynamik* Lichtensteins darf wohl auf dessen ganzes Werk übertragen werden: «Das Buch schuf eine sichere Grundlage für eine strenge Mathematisierung wesentlicher Gebiete der Hydromechanik auf einem höheren mathematischen Niveau, als es bei der theoretisch physikalischen Behandlung aktueller hydrodynamischer Probleme üblich war».⁶⁰⁷ Lichtensteins stetes Bemühen um die Einführung moderner mathematischer Methoden und deren Fortentwicklung bei der Behandlung von Anwendungsfragen hat über den eigentlichen Themenkomplex hinaus methodisch anregend gewirkt und entsprach völlig den veränderten Bedingungen im Wechselverhältnis von theoretischer und mathematischer Physik. Seine Erfolge bei der Lösung der einzelnen Fragen resultierten nicht zuletzt aus der hohen Sachkenntnis sowohl hinsichtlich des praktischen Problems als auch der mathematischen Grundlagen. In diesem Sinne hat er die sich in Leipzig vollziehenden

⁶⁰⁵ Lichtenstein 1928b; Maruhn 1931

⁶⁰⁶ Lichtenstein 1932b; Lichtenstein 1933b

⁶⁰⁷ Beckert 1981, S. 215

Veränderungen aktiv mitgestaltet, auch wenn er die neue Qualität der Wechselbeziehungen nicht an Beispielen der Atomphysik demonstrierte.

Ein wichtiger Mitstreiter bei der Realisierung von Lichtensteins Forschungsprogramm war dessen Schüler und Assistent Ernst Hölder, der dann später speziell im ersten Nachkriegsjahrzehnt die mathematische Forschung in Leipzig richtungsweisend geprägt hat. Bereits in seiner Dissertation beschäftigte sich Hölder mit Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten und analysierte dieselben unter der Berücksichtigung der Oberflächenspannung und der Gravitation mit den von Ljapunov und Lichtenstein entwickelten Methoden, die er jedoch etwas variieren musste. Im Ergebnis konnte er bereits früher von anderen Mathematikern angegebene Gleichgewichtsfiguren als die einzigen nachweisen, die in der Nachbarschaft der Kugel für hinreichend kleine Winkelgeschwindigkeit der Rotation existieren.⁶⁰⁸ In zwei weiteren Arbeiten, die ebenfalls 1926 erschienen, erläuterte er zum einen die Umsetzung der in den Untersuchungen zu Gleichgewichtsfiguren auftretenden Nebenbedingungen in inhomogene Integralgleichungen sowie die bei Stabilitätsbetrachtungen von Gleichgewichtsfiguren eine wichtige Rolle spielenden zusätzlichen Voraussetzungen, die sich als Orthogonalitätsrelationen zwischen dem inhomogenen Term dieser Integralgleichung und den Nulllösungen der zugehörigen homogenen Gleichung erwiesen.⁶⁰⁹ Zum anderen konnte er, indem er den mechanischen Sinn der Verzweigungsgleichung klarstellte, Lichtensteins Vorgehensweise vereinfachen und behandelte damit die Frage der Gleichgewichtsfiguren in Nachbarschaft der ruhenden Kugel bei Hinzutreten eines zusätzlichen Außenfeldes, wie dies beim Erdmond der Fall ist.⁶¹⁰ Drei Jahre später führte er in seiner Habilitationsschrift durch ein Zurückgehen auf die zugehörigen Variationsaufgaben die Existenz von Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten und von periodischen Lösungen bei Drei- und Mehrkörperproblemen zusammen.⁶¹¹ Beide Problemkreise ließen sich durch Integro-Differentialgleichungen beschreiben, die Hölder nach Lichtensteins Vorbild mittels sukzessiver Approximation löste und deren Verzweigungsgleichungen er nach allgemeinen Prinzipien

⁶⁰⁸ Hölder, E. 1926a

⁶⁰⁹ Hölder, E. 1926b

⁶¹⁰ Hölder, E. 1926c

⁶¹¹ Hölder, E. 1929

diskutierte. Im Ergebnis wies er erstmals die Existenz sog. unsymmetrischer Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten nach, d. h. von Gleichgewichtsfiguren, die eine nicht durch die Rotationsachse gehende Symmetrieebene haben. Zugleich brachte er die Konstruktion von periodischen Lösungen der 1. Art (nach Poincaré) im Drei- und Mehrkörperproblem in eine einfache Form. Als konkrete Beispiele analysierte er im Detail die periodische Bewegung der drei inneren Jupitermonde und die «Hillsche Variationsbahn für Monde, bei denen der Periodenquotient (synodische Mondperiode durch siderische Sonnenperiode) genügend klein ist». ⁶¹² Wenig später bestätigte Hölder mit seiner Theorie, dass für das restringierte Dreikörperproblem in der Nachbarschaft der kritischen Kreise (Kepler-Kreise) in allen dynamisch in Betracht kommenden Fällen keine Scharen 1. Art von periodischen Lösungen existieren. ⁶¹³

**Abbildung 9.11**

Ernst Hölder, Privatdozent bzw. Dozent für Mathematik in Leipzig 1929–1945, ordentlicher Professor 1946–1958

⁶¹² Hölder, E. 1929, S. 202

⁶¹³ Hölder, E. 1931

Ein zweiter Problemkreis, den Hölder von seinem Lehrer in seine Forschung übernahm, war die Bewegung idealer Flüssigkeiten. Hier übertrug er den Lichtenstein'schen Beweis für die Lösbarkeit des Anfangswertproblems für die instationäre ebene Bewegung inkompressibler reibungsloser Flüssigkeiten von kleinen Zeitintervallen auf beliebige, was eine unbeschränkte Fortsetzbarkeit der Flüssigkeitsbewegung bedeutete. Hölders Beweis war elegant und übersichtlich, benötigte dazu aber einige einschränkende Voraussetzungen und löste somit das Problem nicht in voller Allgemeinheit. Dies gelang zeitgleich Witold Wolibner (1902 – 1961), der im gleichen Heft der *Mathematische(n) Zeitschrift* eine umfassende Lösung dieses Bewegungsproblems im Großen publizierte.⁶¹⁴

Nach dem Tod Lichtensteins gewannen allgemeine Fragen aus der Theorie der Differentialgleichungen, speziell die Eigenwerttheorie kanonischer Differentialgleichungssysteme, ein größeres Gewicht in Hölders Forschungen, ohne dass der Bezug auf die physikalische Praxis verloren ging. Wieder knüpfte er an Arbeiten seines Lehrers an, in denen dieser das Studium beliebiger regulärer zweidimensionaler Variationsprobleme mit der für ihn typischen Interpretation als Randwertaufgaben in Angriff genommen hatte. Eine besondere Rolle kam dabei der Untersuchung der zweiten Variation und deren Umformung mit Hilfe von Reihenentwicklungen nach gewissen Eigenfunktionen zu, da dies zu Eigenwertkriterien zur Entscheidung über die Lösung des Variationsproblems führte. Hölder schritt in mehreren Arbeiten von spezielleren vereinfachten Systemen zu allgemeineren Aufgaben voran. In der dem Andenken an Lichtenstein gewidmeten Arbeit wandte er dessen Methode auf das Lagrange'sche Variationsproblem an.⁶¹⁵ Ausgehend von einer Hamilton-Funktion $H(t, x, y)$ in der Form

$$2H(t, x, y) = \sum_{i,j=1}^n a_{ij}x_i x_j + 2b_{ij}x_i y_j + c_{ij}y_i y_j$$

mit in $[t_0, t_1]$ stetigen Funktionen $a_{ij}(t)$, $b_{ij}(t)$, $c_{ij}(t)$ und $x_i(t)$, stück-

⁶¹⁴ Hölder, E. 1933; Wolibner 1933. Die Herausgeber der Zeitschrift vermerkten, dass, obwohl mit Wolibners Arbeit «das Problem als erledigt gelten kann», «angesichts der großen Wichtigkeit der Fragestellung die Veröffentlichung der eleganten, wenn auch spezielleren Ausführungen von Herrn E. Hölder, die den Gegenstand von einer anderen Seite beleuchten, als geboten» erschien. [Hölder, E. 1933, S. 727]

⁶¹⁵ Hölder, E. 1936a

weise stetigen $y_i(t)$ und Ableitungen $\dot{x}_i(t)$ sowie den Bedingungen $a_{ij} = a_{ji}$, $c_{ij} = c_{ji}$, $x_i(t_0) = x_i(t_1) = 0$ und $\sum_{i,j=1}^n c_{ij}\eta_i\eta_j$ eine semidefinite Form vom Rang $n - p$, $0 \leq p < n$ (η beliebige reelle Variable) betrachtete er das entsprechende Lagrange'sche Variationsproblem mit p Bedingungsgleichungen, die zweite Variation und die zugehörigen kanonischen Differentialgleichungen. Er löste dann das aus Letzteren abgeleitete Eigenwertproblem und bestimmte die «normalen» und «singulären» Eigenfunktionen, wobei er auf Resultate von Gilbert Ames Bliss (1876–1951) zur Konstruktion des Green'schen Tensors und die Schmidt'schen Entwicklungssätze in der Theorie der adjungierten Integralgleichungen zurückgriff. Die Entwicklung des Ausdruckes für die zweite Variation ergab dann das angestrebte Eigenwertkriterium für ein lokales Extremum: Die zweite Variation ist genau dann größer oder gleich Null, wenn der kleinste positive normale Eigenwert größer oder gleich 1 ist.⁶¹⁶

Hölder hat einige Jahre später seine Ergebnisse auf den Fall variabler Endpunkte ausgedehnt, d. h. die Endpunkte von $x_i(t)$ liegen auf r -dimensionalen Mannigfaltigkeiten.⁶¹⁷ Wie schon in der erstgenannten Arbeit legte er präzise die Beziehungen seiner Forschungen zu denen anderer Mathematiker dar, insbesondere verwies er auf neuere Erfolge mehrerer amerikanischer Kollegen, wie Bliss, Marston Morse (1892–1977) und William Reid (1907–1977), die er neben den Ergebnissen von Carathéodory, Hermann Boerner (1906–1982), Radon, Trefftz u. a. berücksichtigt hatte. Hölder hatte in seinen Darlegungen zwar nicht den größten Grad an Allgemeinheit erzielt, dafür aber mit gutem Gespür die Problemstellung so formuliert, dass sie sich vollständig behandeln ließ und eine «sehr naturgemäße» Interpretation bei «vielen mechanischen Anwendungen» finden konnte. Eine dieser Anwendungen seiner Theorie, die Stabknickung, legte er unter spezieller Bezugnahme auf Ideen von Trefftz in einer zu Beginn seiner Tätigkeit an der Luftfahrtforschungsanstalt Braunschweig entstandenen Abhandlung dar. Genauer formuliert, er studierte die Verzweigung der Gleichgewichtsfiguren eines durch beliebig verteilte Längs- und kleine Querkräfte beanspruchten, beliebig aufgelagerten Stabes in der Nähe der unter dem Knickdruck stehenden geradlinigen Lage, untersuchte die Stabi-

⁶¹⁶ Hölder, E. 1936a, S. 341

⁶¹⁷ Hölder, E. 1939a

lität der Gleichgewichtsfiguren und skizzierte die Vorgehensweise bei Berücksichtigung der Längsdilatation.⁶¹⁸ In Braunschweig gelang ihm auch 1942 für drei Problemklassen der Eigenwerttheorie kanonischer Differentialgleichungen eine weitgehende Verallgemeinerung, so dass sie verschiedene neuere Ergebnisse als Spezialfälle enthielten.⁶¹⁹ Bei den drei Klassen handelte es sich um positiv-definite selbstadjungierte Differentialgleichungssysteme erster Ordnung, das in der Theorie der zweiten Variation eines Lagrange'schen Variationsproblems auftretende System und das einer selbstadjungierten Differentialgleichung $2n$ -ter Ordnung entsprechende kanonische System.

Die von Hölder während seiner Tätigkeit in Braunschweig vorgenommene Erweiterung seiner Forschungen auf Themen der Aerodynamik und die Lösung der dabei auftretenden hyperbolischen Differentialgleichungen sind erst nach Kriegsende in der Phase des Neubeginns am Leipziger Mathematischen Institut wirksam geworden und waren Teil seines prägenden Einflusses im ersten Nachkriegsjahrzehnt.⁶²⁰ Dies bedeutet aber nicht, dass er nicht auch zuvor hyperbolische Differentialgleichungen in den Blick genommen hätte. 1938 leitete Hölder eine zur Poisson'schen analoge Wellenformel für die Lösungen der skalaren Wellengleichung in nichteuklidischen Räumen her, diskutierte die Gültigkeit des Huygens'schen Prinzips und die Änderungen, die sich durch die Berücksichtigung eines Dämpfungsgliedes für die Lösung der Differentialgleichung ergaben. Unter anderem erkannte er «bei einer normal hyperbolischen Differentialgleichung $\square U = 0$, die zu einer beliebigen Maßbestimmung $ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$ von einer negativen und drei positiven Dimensionen gehört, das Verschwinden des Krümmungsskalars als notwendige Bedingung ... für die Gültigkeit des Huygens'schen Prinzips im engeren Sinn».⁶²¹ Im Herbst 1938 setzte sich Hölder dann in einem Vortrag mit der Bedeutung der eingliedrigen Gruppen von Berührungstransformationen und der zugehörigen infinitesimalen Transformationen für die Variationsrechnung auseinander. Ausgehend von der Erzeugung einer eingliedrigen Gruppe von Berührungstransfor-

⁶¹⁸ Hölder, E. 1940

⁶¹⁹ Hölder, E. 1943

⁶²⁰ Man vergleiche hierzu die Ausführungen von Beckert in [Beckert/Schumann 1981], S. 247ff.

⁶²¹ Hölder, E. 1938, S. 64

mationen durch die Lie'sche charakteristische Funktion und dem fundamentalen «Zusammenhang, daß die Bahnlinien der Gruppe gleichzeitig die *Extremalen* (Minimalen) eines Variationsproblems sind»,⁶²² erläuterte er die Relationen zur Jacobi-Hamilton-Theorie für partielle Differentialgleichungen erster Ordnung. Der gewählte Zugang erlaubte ihm dann, die von Carathéodory für mehrdimensionale Variationsprobleme entwickelte Feldtheorie zu behandeln und anzudeuten, wie im Kleinen die Einbettung einer gegebenen Extremale in ein sie transversal schneidendes geodätisches Feld erfolgen kann. Abschließend seien noch Hölders elegante Vervollständigung früherer Untersuchungen von Karl Heun (1859 – 1929) zu den allgemeinen Bewegungsgleichungen für einen starren Körper, bezogen auf ein bewegtes Bezugssystem,⁶²³ und die Verschärfung des Rellich'schen Satzes über die Eigenwerte und Eigenvektoren der gestörten Operatorgleichung $(A + B(\varepsilon))\varphi = (\lambda + \mu)\varphi$ für einen beschränkten hermiteschen Operator A im Hilbert-Raum H erwähnt.⁶²⁴

Hopf setzte dann als Lichtensteins Nachfolger die Traditionslinie der mathematischen Physik fort und hatte wie dieser bereits vor seiner Leipziger Zeit wichtige Resultate erzielt. Stellvertretend seien die «gänzlich elementare Begründung» des Maximumprinzips für elliptische Differentialgleichungen und Differentialungleichungen⁶²⁵, die zusammen mit N. Wiener entwickelte Theorie zur Lösung von singulären Integralgleichungen vom Faltungstyp⁶²⁶ und die Beiträge zur Ergodentheorie genannt. Letztere bildeten auch einen wichtigen Bestandteil von Hopfs Leipziger Forschungen. Hopf gehörte zu den Pionieren, die zum Studium des Bewegungsverlaufs mechanischer Systeme im Großen die Maßtheorie einsetzten. Er hatte die Bedeutung des Mischungsbegriffs für das Verstehen der «Stabilität der Häufigkeiten, d. h. die hochgradige Unabhängigkeit der endgültigen Wahrscheinlichkeiten von den anfänglichen Bedingungen,»⁶²⁷ herausgearbeitet, einige Mischungssätze hergeleitet und dabei programmatisch die Aufklärung weiterer, in

⁶²² Hölder, E. 1939b, S. 163

⁶²³ Hölder, E. 1939c

⁶²⁴ Hölder, E. 1936b

⁶²⁵ Hopf 1927

⁶²⁶ Wiener/Hopf 1931

⁶²⁷ Hopf 1936

der Natur vorkommender Mischungsvorgänge als Aufgabe formuliert. Zu diesem Themenkreis gehörte auch seine erste in Leipzig vollendete Publikation, in der er für einige dissipative dynamische Systeme die Verteilung der Endlagen des Systems in Abhängigkeit von der Anfangslage und -geschwindigkeit analysierte.⁶²⁸

Im gleichen Jahr, 1937, erschien dann sein bedeutender Ergebnisbericht zur Ergodentheorie, in dem er die Ergebnisse und Tendenzen vornehmlich der letzten fünf Jahre übersichtlich zusammenfasste und der die Herausbildung der Ergodentheorie als selbständiges Teilgebiet der Mathematik wesentlich förderte. Er betonte die maßtheoretische Fundierung der Theorie, «da sich nur so das, was in der Natur <in der Regel> sich ereignet, mathematisch interpretieren läßt», und verwies auf die daraus hervorgegangenen neuen Impulse.⁶²⁹ Gleichzeitig musste er feststellen, dass «eine umfassende, mit weitreichenden Methoden ausgestattete Theorie noch nicht existiert» und insbesondere nur in Einzelfällen über die Ergodizität eines dynamischen Systems entschieden werden kann.⁶³⁰ Nach der Bereitstellung der notwendigen maßtheoretischen und spektraltheoretischen Mittel wandte er diese auf sog. maßtreue Strömungen an, d. h. auf Gruppen von eineindeutigen Abbildungen eines mit einem Lebesgue'schen Maß versehenen Raumes auf sich, die die Messbarkeit erhalten. Für diese bewies er die Existenz eines gegenüber der Strömung invarianten Zeitmittels (statistisches Ergodentheorem) sowie Kriterien für die Ergodizität einer Strömung bzw. für die Eigenschaft von Strömungen, vom Mischungstyp zu sein. Schließlich erweiterte er die statistischen Ergodensätze auf Räume, die ein unendliches Lebesgue-Maß besitzen, und leitete das individuelle Ergodentheorem ab. Als Anwendungen ergaben sich das klassische und das starke Gesetz der großen Zahlen sowie eine schon früher von Hopf erhaltene Aussage über geodätische Strömungen auf vollständigen Flächen konstanter negativer Krümmung. Das Verhalten der geodätischen Strömungen hat Hopf in den folgenden Jahren weiter entschlüsselt. So konnte er frühere Ergebnisse über geodätische Strömungen auf Mannigfaltigkeiten konstanter negativer Krümmung verallgemeinern und einfacher beweisen. Hervorzuheben ist die geschickte Einteilung der vollständigen Mannig-

⁶²⁸ Hopf 1937a

⁶²⁹ Hopf 1937b, S. III

⁶³⁰ Hopf 1937b, S. IV

faltigkeiten mit negativer Krümmung in zwei Klassen, so dass sich die zugehörigen geodätischen Strömungen als ergodisch bzw. dissipativ erwiesen.⁶³¹ Für Mannigfaltigkeiten mit endlichem Volumen konnte er für die geodätische Strömung sogar die Eigenschaft, vom Mischungstyp zu sein, zeigen. Weitere Verallgemeinerungen betrafen die Fälle, dass die Krümmung der Mannigfaltigkeit zwischen festen negativen Größen variierte bzw. unter zusätzlichen Bedingungen auch positiv sein konnte.

Von den weiteren Arbeiten Hopfs aus der Leipziger Zeit sind zwei noch besonders zu würdigen. Eine Idee von Jean Leray (1906–1998) fortsetzend verifizizierte er 1940 für die Bewegung starrer Körper in einem bewegten, mit zäher inkompressibler Flüssigkeit gefüllten Gefäß einen sog. Endlichkeitssatz und leistete damit einen wichtigen Beitrag zur Hydrodynamik im Großen.⁶³² Der Satz besagte letztlich, dass sich das hydrodynamische Geschehen ab einem gewissen Zeitpunkt in einem beschränkten Gebiet des Phasenraumes abspielt. Die zweite Arbeit betraf das berühmte Verzweigungstheorem, das ein einfaches Kriterium für die Abzweigung einer Familie periodischer Lösungen von einer bekannten Familie stationärer Lösungen (Gleichgewichtslösungen) eines Differentialgleichungssystems lieferte und außerdem eine Aussage zur Stabilität der Verzweigungslösung enthielt. Die Verzweigungslösung wird heute oft als Hopf-Bifurkation bezeichnet. Hopf hatte dem Resultat keinen großen Neuigkeitswert zugebilligt, da die Methoden schon von Poincaré entwickelt worden seien und «heute zum klassischen Gedankengut der Theorie der periodischen Lösungen im Kleinen» gehörten.⁶³³ Zur Rechtfertigung seiner Darlegungen bemerkte er, dass der Satz in der nichtkonservativen Mechanik von Interesse sei und der Sachverhalt insbesondere in der Hydromechanik beim Instabilwerden einer stationären Lösung, z. B. der periodischen Wirbelablösung beim Umströmen eines festen Körpers, beobachtet werden kann. Entgegen der Hopf'schen Einschätzung erwies sich das Verzweigungstheorem als einflussreiche Initialzündung. Es wurde in vielfältige Richtungen erweitert und verallgemeinert und fand zahlreiche Anwendungen in der Physik. Schließlich sei noch erwähnt, dass die erst in den 50er Jahren publizierten fundamentalen Einsichten Hopfs zur mathematischen

⁶³¹ Hopf 1939; Hopf 1938

⁶³² Hopf 1941

⁶³³ Hopf 1942, S. 5f.

Beschreibung von Turbulenzerscheinungen auf dessen bereits Ende der 30er Jahre begonnenen Studien zurückgehen.⁶³⁴

Während Lichtenstein und E. Hölder vorwiegend mit modernen Methoden der Analysis traditionelle Probleme der mathematischen Physik und theoretischen Astronomie bearbeiteten, widmete sich der als Nachfolger von Otto Hölder nach Leipzig berufene van der Waerden Fragen der aktuellen Quantenmechanik mit algebraischen Methoden. Die Forschungen zur mathematischen Physik nehmen jedoch nur einen kleinen Teil seines umfangreichen und vielseitigen Schaffens ein, für dessen Würdigung insbesondere auf die Artikel von G. Eisenreich und N. Schappacher verwiesen sei.⁶³⁵ Auch wenn van der Waerden rückblickend davon sprach, in dem von Heisenberg und Hund geleiteten Seminar Physik gelernt zu haben, so hat er durch seine Beteiligung an den Diskussionen viele wertvolle Anregungen vermittelt, denn es waren «die Physiker, Heisenberg und Hund, nicht die Mathematiker», die ihn nach Leipzig gezogen hatten.⁶³⁶ Wie anregend für beide Seiten die ersten Monate seiner Leipziger Zeit waren, wurde dadurch belegt, dass er bereits im Januar 1932 das Manuskript seines Buches über die gruppentheoretischen Methoden in der Quantenmechanik dem Verleger übergab und das Buch trotz konkurrierender Monographien zur gleichen Thematik sehr rasch vergriffen war.⁶³⁷ Wie in seinem berühmten Lehrbuch *Moderne Algebra* gelang es van der Waerden in einfacher und klarer Weise, die mathematischen Begriffsbildungen und deren physikalische Anwendung zu erklären. Der zentrale Gegenstand des Buches waren die Darstellungstheorie der Drehungsgruppe und die Spintheorie, die die mathematischen Hilfsmittel bildeten, um den Zusammenhang zwischen den Symmetrieeigenschaften der Wellengleichung und den Regelmäßigkeiten im Spektrum der Atome und Moleküle aufzuklären.

⁶³⁴ Hopf 1952

⁶³⁵ Eisenreich 1981; Schappacher 2005. Man vergleiche auch die Nachrufe von Hlawka [Hlawka 1995] und Scriba [Scriba 1997].

⁶³⁶ Van der Waerden und dessen Frau im Gespräch mit Yvonne Dold-Samplonius [Dold-Samplonius 1994], S. 137. An anderer Stelle berichtete van der Waerden, die mathematische Physik erst in Göttingen gelernt zu haben [van der Waerden 1997], S. 22.

⁶³⁷ van der Waerden 1932. Vgl. auch die Äußerungen zu den konkurrierenden Werken von Wigner [Wigner 1931] im Vorwort S. V und Weyl [Weyl 1928] in [Dold-Samplonius 1994], S. 137f.

Sehr gut setzte er sein Bestreben um, «in den mathematischen Entwicklungen nicht über das physikalisch Bedeutsame hinauszugehen»⁶³⁸, und eröffnete durch die Einbeziehung der wichtigsten Fakten aus der Theorie der linearen Operatoren im Hilbert-Raum, der Schrödinger'schen Quantenmechanik sowie eines Überblicks über die lineare Algebra und die Darstellungstheorie auch vielen Physikern, die noch nicht über die nötigen Spezialkenntnisse verfügten, einen Zugang zu der neuen Theorie. Auf dieser Grundlage baute er die Theorie des «spinning Elektrons» auf, wobei er die klassische Spintheorie in drei Hypothesen zusammenfasste, diese in die Sprache der Wellenmechanik übersetzte und das Transformationsverhalten der Wellengleichung für das Elektron mit Spin analysierte. Nach der Betrachtung der Dirac'schen Wellengleichung behandelte van der Waerden den Zeeman-Effekt für Magnetfelder unterschiedlicher Stärke. Weiterhin diskutierte er u. a. das Periodensystem der Elemente unter Berücksichtigung des Pauli-Verbots, Methoden zur gruppentheoretischen Ordnung der Atomspektren sowie Molekülspektren. Insgesamt hatte er, wie ein Rezensent konstatierte, die wesentlichen Aspekte des Zusammenhanges zwischen Gruppentheorie und Quantenmechanik deutlich hervortreten lassen.⁶³⁹ Zur Theorie des «spinning Elektrons» muss noch ergänzt werden, dass van der Waerden dazu bereits 1929 in Beantwortung einer Frage von Ehrenfest eine Spinoranalyse vorgelegt hatte, mit der man «alle möglichen Spinoren» und «alle invarianten Gleichungen, in denen Spinoren auftreten, bilden» konnte.⁶⁴⁰ Die darstellungstheoretischen Betrachtungen ermöglichten dann u. a. einen Überblick über alle möglichen Lorentz-invarianten Wellengleichungen. Zusammen mit Leopold Infeld (1898 – 1968) vereinfachte er Ende 1932 die von Vladimir Fock (1898 – 1974) und Schrödinger ausgearbeiteten Theorien zum «Einbau der Diracschen Theorie des Elektrons in die allgemeine Relativitätstheorie»⁶⁴¹. Nachdem Fock in einem ersten entscheidenden Schritt die Einbeziehung von Diracs Theorie ohne die Annahme eines Fernparallelismus bewerkstelligen konnte, ging es nun darum, die aufwendige, «etwas ungeläufige n-Beinrechnung» zu vermeiden und so

⁶³⁸ van der Waerden 1932, S. V

⁶³⁹ H. Jehle im Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, Jahrgang 1932, S. 121

⁶⁴⁰ van der Waerden 1929, S. 100

⁶⁴¹ Infeld/van der Waerden 1933, S. 380

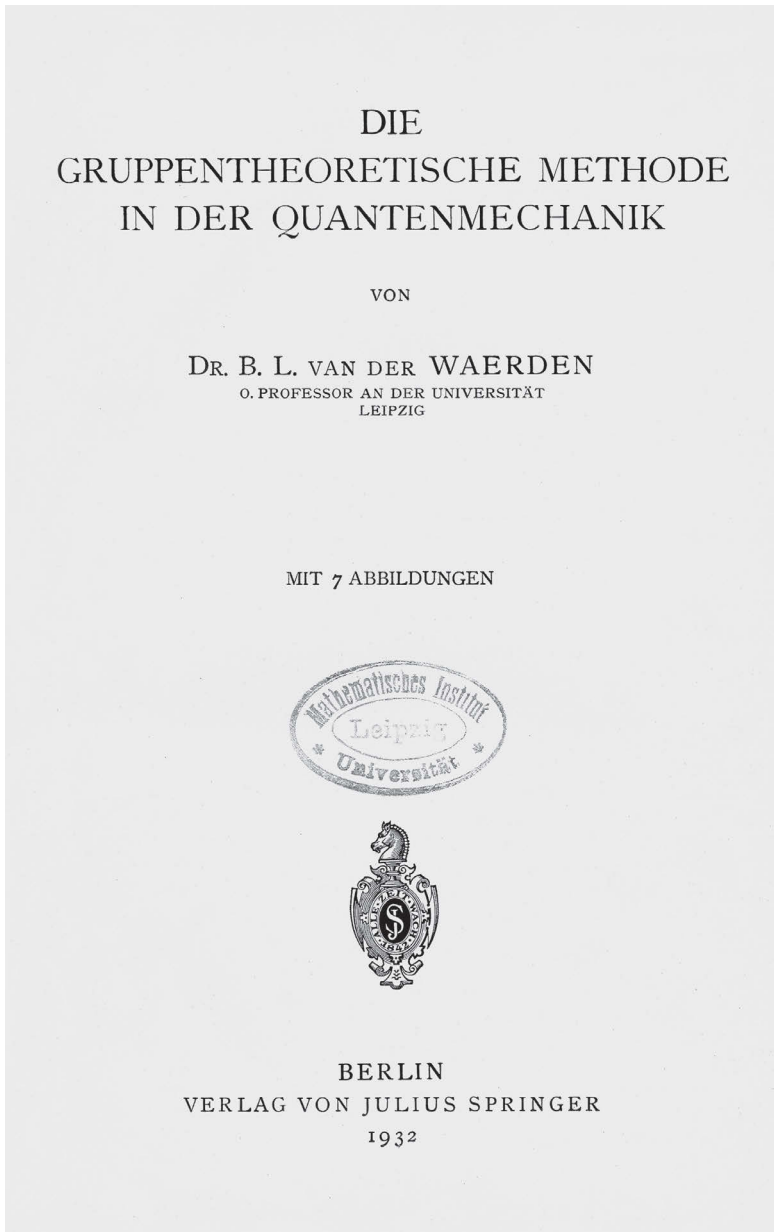


Abbildung 9.12

Titelblatt von van der Waerdens Monographie zur Anwendung der Gruppentheorie in der Quantenmechanik 1932

den Rechenapparat durchsichtiger und einfacher zu gestalten.⁶⁴² Dies gelang Infeld und van der Waerden durch die gleichzeitige Betrachtung von Weltvektoren bzw. -tensoren und zweikomponentigen Spinvektoren bzw. -tensoren, die durch sog. gemischte Größen (verallgemeinerte Pauli-Matrizen) verbunden waren. Eine Analyse des Transformationsverhaltens speziell der gemischten Größen bildete dann die Basis für die Übertragung der Begriffe und Operationen der Relativitätstheorie in den Spinraum, die schließlich in der «allgemein-relativistischen Verallgemeinerung der Diracschen Gleichungen» und der Konstruktion der allgemeinen einheitlichen Feldgleichungen gipfelte.

Danach trat eine längere Pause in van der Wardens physikalischen Publikationen ein, ohne dass dafür eine Motivation angegeben werden kann. Zwar waren einige Arbeiten, wie die über Lie-Gruppen und deren Darstellungen, durchaus für die Physik von Relevanz, hatten aber eine klare mathematische Zielsetzung. Eine Ausnahme bildete die Betreuung der Anfang 1935 verteidigten Promotion von Hermann Arthur Jahn (1907 – 1979), in der dieser gruppentheoretische Methoden, insbesondere die Darstellungstheorie, einsetzte, um die Eigenfunktionen für die Rotation bzw. Rotationsschwingung des Methanmoleküls zu untersuchen und in nichtkombinierende Teilsysteme einzuteilen.⁶⁴³ Erst 1941 kam er mit dem Studium von Mischkristallen wieder auf ein physikalisches Thema zurück und gab einen strengen Beweis für «die lange Reichweite der Ordnung für Temperaturen unterhalb einer gewissen Grenze».⁶⁴⁴ Die aus zwei Komponenten A und B zu gleichen Teilen zusammengesetzten Mischkristalle vom Typ AB zeigten unterhalb gewisser kritischer Temperaturen ein stark verändertes Verhalten, das theoretisch begründet wurde mit einer Ordnung langer Reichweite, d. h. dass die Atome A und B in dem Kristall regelmäßig abwechseln und dass «diese Ordnung mit beträchtlicher Wahrscheinlichkeit über beliebig lange Entfernungen erhalten bleibt». Für die Anordnung im ebenen quadratischen Gitter schätzte van der Waerden mit einer kombinatorischen Methode die Wahrscheinlichkeit ab, dass gewisse Polygondiagramme

⁶⁴² Infeld/van der Waerden 1933, S. 380

⁶⁴³ Jahn 1935. Die Arbeit erklärt auch den sog. Jahn-Teller-Effekt, d. h. die bei einigen Komplexverbindungen auftretende Verzerrung der oktaedrischen Anordnung der Ligandenfeldes längs einer Raumachse.

⁶⁴⁴ van der Waerden 1941/42, S. 474

mit nur gleichen Atomarten auftraten, übertrug das Ergebnis auf räumliche Gitter und konnte daraus jeweils auf die Existenz einer Ordnung langer Reichweite mit der entsprechenden Wahrscheinlichkeit schließen. Zusätzlich erhielt er als neue physikalische Resultate für alle Temperaturen unterhalb der kritischen die exakte Berechnung der Energie als Funktion der Temperatur und die vollständige Charakterisierung des wahrscheinlichsten Zustands des Kristalls.

Der Rückgriff auf Elemente der Wahrscheinlichkeitsrechnung weist auf ein weiteres Gebiet hin, auf dem van der Waerden die Mathematik anwandte. Bei verschiedenen Untersuchungen der Physiologie, der Biologie bzw. der Medizin erhebt sich oft die Frage nach der Zuverlässigkeit der Auswertung, und zwar immer dann, wenn «aus einem beschränkten statistischen Material etwas geschlossen werden soll».⁶⁴⁵ Der prinzipiellen Lösung in der Wahrscheinlichkeitsrechnung stand das Manko gegenüber, dass die bisher abgeleiteten praktisch brauchbaren Formeln eine große Anzahl von Versuchsergebnissen erforderten, diese zu beschaffen, aber aufwendig, teuer bzw. teilweise nicht möglich war. Deshalb suchte er nach Formeln, die für eine kleinere Anzahl von Stichproben angewandt werden konnten. Erste Ergebnisse legte er 1935 in Form von leicht bestimmbar Ausdrücken für den Sicherheitsgrad der Aussage $p \geq p_0$ bei n Versuchen vor. p_0 ist ein gegebener Wahrscheinlichkeitswert und p die unbekannte Wahrscheinlichkeit für das Eintreten des Ereignisses E , wobei die apriori-Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von E konstant sei. Van der Waerden ermittelte diese Ausdrücke sowohl für kleine als auch für große n und diskutierte Anwendungen von Ersteren bei physiologischen Untersuchungen, etwa bei der Festlegung einer Normaldosis. In einer weiteren Arbeit bestätigte er die folgende Aussage: Wenn in n Versuchen h mal das Ereignis E eingetreten und $n - h$ mal nicht eingetreten ist, so berechnet sich der Mittelwert m der binomial verteilt angenommenen Wahrscheinlichkeit p nach der Formel $m = \frac{h+1}{n+2}$ und der mittleren Fehler der Messung von p zu $\mu = \frac{1}{n+2} \sqrt{\frac{(h+1)(n-h+1)}{n+3}}$.⁶⁴⁶ Außerdem diskutierte er die Anwendung der sog. 3μ -Regel, dass mit über 99%iger Wahrscheinlichkeit der wahre Wert von p im Intervall $[m - 3\mu, m + 3\mu]$ liegt. In die beiden

⁶⁴⁵ van der Waerden 1935a, S. 353

⁶⁴⁶ van der Waerden 1936, S. 23

besprochenen Arbeiten ging die Voraussetzung ein, dass alle Werte der gemessenen Wahrscheinlichkeit a priori gleich wahrscheinlich sind. Da diese Annahme oft schwer nachprüfbar und teilweise auch falsch war, ging van der Waerden dazu über, die in der englischen statistischen Schule entwickelten Tests, die ohne diese Annahme auskamen, für seine Zwecke einzusetzen. Er analysierte die vorliegenden Methoden zur Berechnung der Vertrauensgrenze, d. h. die Bestimmung jenes Bereichs, für den die Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als ε für ein beliebig vorgegebenes ε ist,⁶⁴⁷ und behandelte mehrere Beispiele.⁶⁴⁸ In weiteren Arbeiten konzentrierte er die Betrachtungen auf die Anwendung des χ^2 -Tests für kleine Versuchszahlen und illustrierte diese in mehreren Fällen.⁶⁴⁹ Trotz der vielen Beispiele musste van der Waerden sich in einer Besprechung seiner Arbeit zur Theorie der Vertrauensbereiche den Vorwurf gefallen lassen, zu sehr im Theoretischen geblieben zu sein und wichtige, die Ergebnisse maßgeblich beeinflussende praktische Aspekte unberücksichtigt gelassen zu haben.⁶⁵⁰ Schließlich sei noch auf die Studie zur Bestimmung der Wirksamkeit von Dosen eines Versuchspräparats in Tierversuchen hingewiesen, in der er eine zweckmäßige Versuchsstrategie theoretisch motivierte und die Wahl einer einfacheren Berechnungsmethode rechtfertigte. Obwohl all diese Arbeiten zu Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematischen Statistik auf Anwendungen in nichtphysikalischen Bereichen zielten, so belegen sie doch van der Waerdens Aufgeschlossenheit gegenüber vielfältigen Problemen der Praxis.

Zur Abrundung des Bildes sollen die übrigen Forschungsaktivitäten van der Waerdens kurz gestreift werden, obwohl sie den umfangreichsten Teil seines Werkes ausmachen und seine bedeutendsten Leistungen enthalten. Eine detaillierte Darstellung ist in der anfangs genannten Literatur enthalten. Van der Waerdens Hauptforschungsgebiet war die algebraische Geometrie. Ausgehend von einer axiomatisch aufgebauten, abstrakten Algebra, der er in der zweibändigen Monographie *Moderne Algebra* 1930/31 einen ersten formvollendeten Abschluss gegeben

⁶⁴⁷ Mit anderen Worten, der zu ermittelnde Wahrscheinlichkeitswert wird mit einer Wahrscheinlichkeit $< \varepsilon$ außerhalb des Vertrauensbereichs liegen.

⁶⁴⁸ van der Waerden, 1939a

⁶⁴⁹ van der Waerden, 1943; Gildemeister/van der Waerden 1943

⁶⁵⁰ E. Scholz im Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, Jahrg. 1939, S. 587

hatte,⁶⁵¹ nahm er einen systematischen Neuaufbau der algebraischen Geometrie vor, den er bis 1945 in 15 Arbeiten unter dem Titel *Zur algebraischen Geometrie* publizierte.⁶⁵² Für viele Grundbegriffe, wie etwa denen des allgemeinen Punktes oder der Schnittmultiplizität, deckte er den algebraischen Kern auf und gab ihnen erstmals eine exakte Formulierung. Das im 19. Jahrhundert mit viel geometrischer Anschauung und Phantasie von deutschen und italienischen Geometern errichtete Gebäude der algebraischen Geometrie erhielt durch ihn ein solides algebraisches Fundament, an dessen Ausbau zahlreiche weitere Mathematiker tatkräftig mitwirkten. Viele Ergebnisse fanden Eingang in seine einführende Monographie zur algebraischen Geometrie, die 1939 erschien und sich wie die Mehrzahl der van der Waerden'schen Lehrbücher durch eine klare, didaktisch geschickte Präsentation des Stoffes auszeichnete.⁶⁵³ Neben dem klassischen Lehrbuch zur Algebra widmete er mehrere Arbeiten speziellen Problemen dieses Gebietes, etwa der Ideal-, der Galois- und der Gruppentheorie. Besonders hervorgehoben seien die Ergebnisse zu Lie-Gruppen und zur Darstellungstheorie, da diese Gebiete einen starken Bezug zur theoretischen Physik haben, auch wenn van der Waerden dies in den speziellen Arbeiten nicht in den Vordergrund rückte. So arbeitete er 1933 eine in Anlehnung an H. Weyl von Jan A. Schouten (1883 – 1971) skizzierte Idee im Detail aus und schuf eine geometrische Methode zur Klassifikation der halbeinfachen Lie-Gruppen, die sich gegenüber Cartans algebraischer Methode durch größere Übersichtlichkeit auszeichnete.⁶⁵⁴ Im gleichen Jahr hatte er auch Cartans Beweis vereinfacht, dass jeder Isomorphismus zwischen kompakten halbeinfachen Gruppen stetig ist, was wiederum besagt, dass ein den topologischen Raum definierendes Umgebungssystem rein gruppentheoretisch bestimmt werden kann.⁶⁵⁵ Zusammen mit Hendrik Casimir (1909 – 2000) wies er dann erstmals rein algebraisch die vollständige Reduzibilität der linearen Darstellungen einer infinitesimalen halbeinfachen Gruppe nach.⁶⁵⁶ Ebenfalls 1935 erschien van der Waerdens Ergebnisbericht über

⁶⁵¹ van der Waerden 1930. Zur Bedeutung dieses Werkes vgl. [Schlote 2005].

⁶⁵² Später erschienen noch die Arbeiten *Zur algebraischen Geometrie XVI-XX*.

⁶⁵³ van der Waerden 1939b

⁶⁵⁴ van der Waerden 1933b

⁶⁵⁵ van der Waerden 1933a

⁶⁵⁶ Casimir/van der Waerden 1935

Gruppen von linearen Transformationen, der die in den letzten Jahren erreichten Resultate systematisch zusammenfasste und erstmals von einem abstrakten algebraischen Standpunkt präsentierte.⁶⁵⁷ Dies bedingte oft eine allgemeinere Formulierung der Sätze als in den Originalarbeiten und ermöglichte es van der Waerden die inneren Zusammenhänge zwischen den einzelnen Theoremen aufzudecken. Neben der Analyse der gruppentheoretischen Eigenschaften der verschiedenen linearen Gruppen (über beliebigen Körpern) behandelte er in dem Buch die Darstellungstheorie in dem von E. Noether gegebenen Aufbau sowie die von Neumann'sche Theorie der fastperiodischen Funktionen auf einer beliebigen Gruppe.

Die Palette von van der Waerdens Forschungsgebieten ist damit keineswegs erschöpft. Zu nennen wären noch Untersuchungen zu Problemen der Geometrie, der Zahlentheorie, der Kombinatorik und der Topologie sowie die zunehmende Beschäftigung mit der Geschichte der Mathematik und Astronomie, wobei hier die Entwicklung in der Antike und in vorhellenistischer Zeit sein besonderes Interesse fand. Dies alles dokumentiert die große Vielseitigkeit van der Waerdens, die ihn nicht zuletzt auch im Heisenberg-Hund'schen Seminar und in Diskussionen mit den Kollegen des Physikalischen Instituts zu einem anregenden Gesprächspartner machten.

Überblickt man die Beiträge der vier Mathematiker, auf deren Werk als Repräsentanten der mathematischen Physik an der Universität Leipzig in den 30er und 40er Jahren näher eingegangen wurde, so traten auch hier die Veränderungen im Wechselverhältnis zur Physik klar hervor. Es erfolgte eine Konzentration auf die mathematischen Aspekte der Probleme, was die Abgrenzung zur theoretischen Physik unterstreicht. Der physikalische Sachverhalt wurde oft nur grob qualitativ skizziert, um dann sofort zur mathematischen Umsetzung des zu untersuchenden Problems überzugehen. Entsprechend drang man bei der Interpretation des mathematischen Ergebnisses meist nicht über qualitative Aussagen ins physikalische Terrain vor. Ausnahmen bilden die insgesamt seltenen Fälle, in denen sich Mathematiker und Physiker zur gemeinsamen Publikation zusammenfanden oder sich einzelne Gelehrte sehr intensiv in die ihnen nicht so vertraute physikalische bzw. mathematische Seite

⁶⁵⁷ van der Waerden 1935b

der Aufgabe vertieften, dass sie beide Sichtweisen bestens beherrschten. Dies widerspiegelte letztlich die Tatsache, dass der Weg vom konkreten physikalischen Problem über dessen theoretische Erfassung und mathematische Formulierung bis zur Lösung der mathematischen Aufgabenstellung und von dort zurück zur Ausgangssituation länger und schwieriger geworden war und gleichzeitig der Übergang von einer Disziplin zur anderen auf höherem Niveau erfolgte, da auf beiden Seiten der Anteil des herangezogenen theoretischen Rüstzeugs ständig zunahm. Die Konzentration der Mathematiker auf die Bearbeitung der mathematischen Aspekte einer Aufgabe dokumentierte zugleich den auf Seiten der Physiker erreichten Entwicklungsstand, bedeutete dies doch, dass die korrekte mathematische Beschreibung des Sachverhaltes bzw. die Mathematisierung der zugrunde gelegten Theorie kaum einem Zweifel unterlag. Aus dieser Sicht wurden die erwähnten Beiträge der Leipziger Mathematiker völlig dem aktuellen Stand in der mathematischen und theoretischen Physik gerecht, auch wenn sie sich nur teilweise auf Gebiete bezogen, die sich einer besonderen Aufmerksamkeit der physikalischen Forschung erfreuten.

9.7 Summenformeln, Uniformisierung Riemann'scher Mannigfaltigkeiten und Gruppentheorie – neue Resultate von O. Hölder bis Koebe

Um das Bild von den Forschungen am Mathematischen Institut in der Zeit vom Ende der 20er Jahre bis zum Zusammenbruch des Hitler-Regimes zu vervollständigen, sollen im Folgenden die Aktivitäten der übrigen am Institut lehrenden Professoren und Dozenten kurz vorgestellt werden.

Otto Hölder, der Senior unter der Leipziger Ordinarien für Mathematik, publizierte nach seiner Emeritierung noch eine ganze Reihe kleinerer Arbeiten, die keinen Bezug zu physikalischen Fragen aufwiesen. So legte er 1928 eine Erweiterung des zweiten Mittelwertsatzes der In-

tegralrechnung auf komplexe Größen vor⁶⁵⁸ und beschäftigte sich in den folgenden Jahren hauptsächlich mit Fragen der Reihenentwicklung, besonders mit trigonometrischen Reihen und der Umformung, Berechnung sowie Verallgemeinerung spezieller in der elementaren Zahlentheorie benutzter Summenformeln und Funktionen. Die Studien fanden bis 1936 in über zehn meist kürzeren Noten ihren Niederschlag.⁶⁵⁹



Abbildung 9.13

Otto Hölder, Ordinarius für Mathematik in Leipzig 1899–1928

Weitere Arbeiten waren der Darstellung der Euler'schen Konstanten, den n -ten Potenzsummen der primitiven n -ten Einheitswurzeln sowie einer damit verknüpften Formel Ramanujans und der Herleitung von einfachen Regeln der Kardinalzahlarithmetik, speziell für Produkte und Potenzen von Mächtigkeiten gewidmet⁶⁶⁰. Die letztgenannte Publikation enthielt auch einige kritische Anmerkungen zu den Begriffsbildungen der Mengenlehre und nahm auf die früher von Hölder in dem Buch *Die mathematische Methode* dargelegten erkenntnistheoretischen Auffassungen Bezug. In diesen Kontext der Auseinandersetzung mit

⁶⁵⁸ Hölder 1928

⁶⁵⁹ Stellvertretend seien genannt: Hölder 1930b; Hölder 1931a; Hölder 1933; Hölder 1935; Hölder 1936a

⁶⁶⁰ Hölder 1937; Hölder 1936b; Hölder 1930a

den Grundlagen der Mathematik gehören noch drei weitere Publikationen, zu denen Hölder möglicherweise durch die Neuauflage seiner Schrift zur Begründung der Arithmetik angeregt wurde. Er erörterte darin die Vermeidbarkeit des indirekten Beweises sowie die Rolle von Axiomen und mathematischen Konstruktionen in der Arithmetik bzw. der gesamten Mathematik.⁶⁶¹

Koebe hat in dem betrachteten Zeitraum zunächst seine 1927 begonnene Serie von Abhandlungen über *Riemannsche Mannigfaltigkeiten und nichteuklidische Raumformen* fortgesetzt und zum Abschluss gebracht.⁶⁶² Er hat darin die Theorie der Raumformen systematisch und sehr ausführlich entwickelt, wobei der Zusammenhang zur Funktionentheorie betont wurde und die Lösung der einzelnen Aufgaben unter wesentlichem Einsatz funktionentheoretischer Mittel erfolgte. Die inhaltsreiche Darstellung gab eine genaue Analyse der Verbindung zwischen der Uniformisierungstheorie und der nichteuklidischen Geometrie. Ergänzend zu dieser achteiligen Artikelserie sind noch der auf dem Internationalen Mathematikerkongress 1928 gegebene Überblick über die Methoden der konformen Abbildung und Uniformisierung⁶⁶³ und die 1927 erfolgte Publikation der umfassenden Preisschrift Koebes zur Uniformisierung Riemann'scher Mannigfaltigkeiten aus dem Jahre 1920⁶⁶⁴ zu nennen.

Die in Letzterer entwickelte Iterationstheorie der Uniformisierung beliebiger algebraischer Funktionen hat Koebe in seinen Forschungen ebenfalls weiterverfolgt und in einer in drei Teile gegliederten «Gesamtabhandlung» ausgebaut.⁶⁶⁵ Diese enthielt zunächst die Iterationstheorie für die niederen Uniformisierungsgrößen, die er je nach dem Wertebereich der Uniformisierenden in sphärische, parabolische und hyperbolische vom Geschlecht Null klassifizierte, und führte zu einer allgemeinen Iterationstheorie der Uniformisierung algebraischer Funktionen. Die «Gesamtabhandlung» bildete das Gegenstück zu einer Arbeit aus dem Jahre 1909⁶⁶⁶, in der er die Existenzbeweise für dieselben Klassen von Uniformisierungsgrößen mit Hilfe der «Methode der Über-

⁶⁶¹ Hölder 1929; Hölder 1931b

⁶⁶² Koebe 1927a

⁶⁶³ Koebe 1930

⁶⁶⁴ Koebe 1927b

⁶⁶⁵ Koebe 1937; Koebe 1939; Koebe 1941

⁶⁶⁶ Koebe 1909

lagerungsfläche», also unter Rückgriff auf die Potentialtheorie, erbracht hatte. Im Gegensatz dazu war für die nun verwendeten Iterationsmethoden charakteristisch,

«daß sie erstens rein funktionentheoretisch verlaufen, daß ferner alle in Betracht kommenden Prozesse das zu uniformisierende Gebiet ... als Ganzes erfassen und daß die Art der Erfassung organisch durch die topologischen und gruppentheoretischen Umstände des Problems bedingt ist ...»⁶⁶⁷

Einen formalen Bezug zur Physik wiesen lediglich Koebes Untersuchungen über hydrodynamische Potentialströmungen (d. i. eine wirbelfreie inhaltstreue Strömung einer inkompressiblen Flüssigkeit) auf.⁶⁶⁸ Er schloss eine Lücke der Theorie, indem er diese Strömungen für die bisher kaum untersuchten Fälle der mehrfach zusammenhängenden ebenen Bereiche behandelte. Er unterschied dazu mehrere Strömungstypen, z. B. in Abhängigkeit davon, ob die Strömung je eine Wirbelquelle bzw. -senke besitzen kann oder nicht, und leitete eine Charakterisierung der jeweiligen Strömungen durch mehrere Parameter ab. Doch unverkennbar dominierten die funktionentheoretischen Gesichtspunkte. Grundsätzlich bleibt die Einschätzung, die bezüglich Koebes Werk im Zeitraum von 1905 bis 1927 getroffen wurde, für den jetzt betrachteten Zeitraum bestehen. (vgl. Abschn. 6.6) Ohne die Qualität von Koebes Arbeiten in Abrede zu stellen, so blieben sie auf ein enges spezielles Teilgebiet der Mathematik beschränkt. Spätestens ab Anfang der 30er Jahre kam hinzu, dass die zentrale Fragestellung in den einzelnen Arbeiten nicht neu war, sondern frühere Themen unter dem Aspekt der «Methodenreinheit» eine Vollendung erfuhren.⁶⁶⁹

Ähnlich wie bei Koebe konzentrierten sich die Forschungen von Schnee auf ein einziges Problem, den Beweis der Riemann'schen Vermutung. Im Gegensatz zu Koebe blieb Schnee trotz unermüdlichen Engagements selbst ein größerer Teilerfolg bei der Lösung des Problems versagt. So kann aus dem Untersuchungszeitraum nur eine Arbeit er-

⁶⁶⁷ Koebe 1939, S. 138

⁶⁶⁸ Koebe 1935

⁶⁶⁹ Außerdem absorbierte die politische Aktivität einen beträchtlichen Teil von Koebes Zeit, auch wenn Koebe von «außergewöhnlicher amtlicher Sonderbeanspruchung» sprach, die die Publikation seiner Arbeiten zur Iterationstheorie um vier Jahre verzögerte. [Koebe 1937, S. 173, (Fußnote)]

wähnt werden, in der er einen völlig elementaren, ohne Kenntnisse der Zahlentheorie verständlichen Beweis der Funktionalgleichung für die Zetafunktion formulierte sowie eine Funktionalgleichung für Dirichlet-Reihen mit periodischen Koeffizienten ableitete.⁶⁷⁰

Der zweite Extraordinarius am Mathematischen Institut, Levi, machte mit bemerkenswerten Arbeiten zur Topologie, Gruppentheorie und Geometrie auf sich aufmerksam. 1929 publizierte er das erste Lehrbuch über geometrische Konfigurationen. Darin gab er eine Einführung in die kombinatorische Flächentopologie, behandelte die ebenen und räumlichen Konfigurationen und bemühte sich, den vielgestaltigen innigen «Zusammenhang der Algebra (speziell der Gruppentheorie) mit der Geometria situs, Topologie und anderen Gebieten der Geometrie» deutlich hervortreten zu lassen.⁶⁷¹ In der Gruppentheorie beschäftigte er sich vor allem mit der Struktur der freien Gruppen und hat dazu mehrere Arbeiten, u. a. gemeinsam mit seinem Hallenser Freund Reinhold Baer (1902–1979) bzw. mit seinem Leipziger Kollegen van der Waerden, veröffentlicht. Nach zwei Beiträgen über die Untergruppen freier Gruppen vereinfachte er zusammen mit Baer den Beweis von Aleksandr G. Kurosch (1908–1971) für den Satz, dass jede Untergruppe eines freien Produktes wieder ein freies Produkt ist, verschärfte die Aussage und leitete einen Verfeinerungssatz für Zerlegungen einer Gruppe in ein freies Produkt frei unzerlegbarer Faktoren ab.⁶⁷² Zuvor hatten beide bereits die Vollständigkeit und Irreduzibilität von Systemen diskutiert, die aus einer, eine Gruppe definierenden Menge von sieben abhängigen Axiomen gebildet werden können, und ein früheres Ergebnis von Edward Huntington (1874–1952) vervollständigt.⁶⁷³ Mit van der Waerden studierte er die aus drei Elementen erzeugten Gruppen, deren Elemente a alle die Relation $a^m = 1$ erfüllten, einen Spezialfall des Burnside'schen Problems.⁶⁷⁴ Sie ermittelten die Ordnung der Gruppen und wiesen Kommutator und Zentrum als einzige nichttriviale charakteristische Untergruppen nach.

Die erwähnten Beiträge zur Topologie und Geometrie entstanden zeitlich im Anschluss an die Buchpublikation und größtenteils vor den be-

⁶⁷⁰ Schnee 1930

⁶⁷¹ Levi 1929a, S. V

⁶⁷² Baer/Levi 1936

⁶⁷³ Baer/Levi 1932

⁶⁷⁴ Levi/van der Waerden 1932

reits besprochenen gruppentheoretischen Studien. Levi analysierte darin u. a. die Folgerungen aus Mengeneigenschaften der Intervallschachtelung für Funktionen in metrischen Räumen.⁶⁷⁵ Zusammen mit Baer führte er den Randbegriff als absoluten Begriff in die mengentheoretische Topologie ein, legte das Verhältnis zu dem meist benutzten relativen Randbegriff dar und untersuchte die Eigenschaften der dadurch entstehenden beiden Bestandteile des Raumes, des Randes und des Kernes, sowie in einer zweiten Arbeit die Charakterisierung einer stetigen Funktionen in einem speziellen topologischen Raum durch eine durch diese Funktion erzeugte Einteilung des Raumes in gewisse Kongruenzklassen.⁶⁷⁶

Abschließend sei noch ein Blick auf die übrigen Dozenten und Assistenten geworfen, die auf Grund der Zeitumstände bzw. wegen ihres kurzen Verweilens am Mathematischen Institut keine eigene Lehrtätigkeit entfalten konnten. Die mathematisch bedeutendsten Leistungen in jener Zeit hatte zweifellos Deuring vorzuweisen. Als Schüler von E. Noether war er sehr gut mit der modernen abstrakten Algebra vertraut und beschäftigte sich ausschließlich mit Problemen aus diesem Gebiet. 1935 erschien sein bekannter Ergebnisbericht über Algebren, in dem er die Entwicklung auf diesem Spezialgebiet «in drei – vielfach verflochtene – Richtungen» einteilte und die erzielten neuesten Erkenntnisse mustergültig zusammenfasste.⁶⁷⁷

In mehreren Arbeiten leistete er weitere beachtliche Beiträge zur Algebrentheorie, so fand er einen arithmetischen Beweis von Hasses Charakterisierung einer normalen einfachen Algebra über einem algebraischen Zahlkörper und studierte die Einbettung von Algebren in Algebren mit kleinerem Zentrum.⁶⁷⁸ Die umfassenden Untersuchungen der algebraischen Eigenschaften eines algebraischen Funktionenkörpers, die schließlich in den rein arithmetischen Aufbau der Theorie der Korrespondenzen dieser Körper einmündeten, konnte er erst nach seinem Wechsel nach Jena vollenden.⁶⁷⁹ Außerdem griff er einige durch die Zahlentheorie aufgeworfene Fragen auf, ermittelte die Eigenschaften

⁶⁷⁵ Levi 1929b

⁶⁷⁶ Baer/Levi 1930; Baer/Levi 1931

⁶⁷⁷ Deuring 1935, S. III

⁶⁷⁸ Deuring 1936a; Deuring 1936b

⁶⁷⁹ Deuring 1932; Deuring 1937

verschiedener Zeta-Funktionen und bereicherte die Galois-Theorie um neue Resultate.

Anknüpfend an die von seinem Lehrer Koebe entwickelten Methoden beantwortete Brödel in seiner Dissertation und zwei umfangreichen Arbeiten die Frage, «wann zwei Riemannsche Flächen gleichen Geschlechtes und gleicher Blätterzahl nicht nur im ganzen, sondern unter Berücksichtigung einer vorgegebenen topologischen Punktzuordnung stetig ineinander überführt werden können».⁶⁸⁰ Für drei- und mehrblättrige Flächen ist dies im allgemeinen möglich, ebenso für zwei-blättrige Flächen, deren Geschlecht $p \leq 2$ ist. Für zweiblättrige Flächen mit einem Geschlecht $p > 2$ müssen zusätzliche Bedingungen an die topologische Abbildung gestellt werden. Weiterhin bestimmte er ein System von Invarianten, deren Übereinstimmung eine notwendige und hinreichende Bedingung war, um zwei über einer orientierbaren, geschlossenen Grundfläche vom Geschlecht 1 ausgebreitete Flächen stetig ineinander überführen zu können. Einen weiteren Untersuchungsgegenstand bildeten die Funktionen, die für konvexe Kurven bzw. Gebiete in der Ebene eine mit der Mittelwerteigenschaft der Potentialfunktionen vergleichbare Eigenschaft aufwiesen.⁶⁸¹

Reichardt hat in den wenigen Jahren des Wirkens am Mathematischen Institut die Wechselbeziehungen zur Physik nicht beeinflusst. Seine Forschungen konzentrierten sich auf algebraisch-zahlentheoretische Probleme, speziell die Lösung von diophantischen Gleichungen, sowie die Bestimmung von Eigenschaften und die Konstruktion von Zahl- und Funktionenkörpern.⁶⁸²

Nicht unerwähnt bleiben darf die Tätigkeit der beiden Vertreter der mathematischen Statistik, lieferte doch die Statistik, insbesondere im Streben nach einer Begründung ihrer Methoden, wichtige Impulse für wahrscheinlichkeitstheoretische Betrachtungen. Die Mehrzahl der Burkhardt'schen Arbeiten hat die Anwendung statistischer Methoden auf verschiedene praktische Beispiele, vorrangig der Bevölkerungs- und Versicherungsstatistik, und die Auswertung der Berechnungen zum Gegenstand. In Einzelfällen stellte er einige theoretische Erörterungen über die

⁶⁸⁰ Brödel 1939a, S. 230; Vorangegangen waren die Arbeiten [Brödel 1935] und [Brödel 1937].

⁶⁸¹ Brödel 1939b

⁶⁸² Stellvertretend seien die Arbeiten [Reichardt 1937] und [Reichardt 1940] genannt.

Verknüpfung und Umkehrung statistischer Beziehungen sowie das Zusammenspiel von mathematischen und statistischen Verfahren an und berichtigte die Herleitung der Sheppard'schen Korrekturformel, die bei der Berechnung der Momente einer stetigen Verteilung auf der Basis von in Klassen zusammengefassten Beobachtungen eingesetzt wird. 1938 edierte er in bearbeiteter und erweiterter Form die dritte Auflage von Czuber statistischen Forschungsmethoden, in der im dritten Abschnitt die Beziehungen zwischen Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung dargestellt wurden. Dabei schloss sich Burkhardt der Auffassung von Emanuel Czuber (1851 – 1925) an, dass die «Materien, auf welche die statistischen Methoden angewandt werden, mannigfacher und komplizierter sind als diejenigen, welche sich die Wahrscheinlichkeitsrechnung ... für ihre Entwicklungen zurechtgelegt hat», die früher angenommene Analogie also keineswegs allgemeingültig ist und somit die Übernahme von Ergebnissen der Wahrscheinlichkeitsrechnung eingeschränkt ist. Trotzdem lieferten diese Ergebnisse der Statistik wertvolle Anhaltspunkte.⁶⁸³ Für die Beziehungen zwischen Mathematik und Physik ist noch Burkhardts Feststellung zur Anwendung der Statistik in der Physik von Interesse. Er rechnete sie wie auch die meisten anderen Naturwissenschaften zu den Hauptanwendungsgebieten der Statistik, hob aber als Besonderheit der theoretischen Physik hervor, dass «die Gesamtheiten, auf die man hier statistische Methoden ansetzt, nicht durch Auszählen gewonnen werden».⁶⁸⁴ Obwohl Burkhardt den mathematischen Betrachtungen ein stärkeres Gewicht verliehen hatte und es durchaus zu seinen Zielen gehörte, den Leser zu weiteren Forschungen anzuregen, hielt er offenbar die theoretischen Voraussetzungen für die Behandlung von Beispielen aus der theoretischen Physik für so schwierig, dass er sie nicht mit in das Buch aufnahm.

Wesentlich stärker hat sich dann Richter theoretischen Untersuchungen zugewandt. Nachdem er 1936 in seiner Dissertation die Frage der Einbettung Abel'scher Zahlkörper erfolgreich gelöst und auch das Problem für nicht-Abel'sche Zahlkörper in Angriff genommen hatte,⁶⁸⁵ beschäftigte er sich, nicht zuletzt bedingt durch seine Anstellung am In-

⁶⁸³ Czuber 1938, S. 248; Burkhardt hat diesen Abschnitt mit nur geringen Änderungen aus der 1. Auflage des Buches übernommen. (vgl. dort S. 171)

⁶⁸⁴ Czuber 1938, S. VIII

⁶⁸⁵ Richter 1936b; Richter 1936a

stitut für Versicherungswissenschaft, mit der angewandten Mathematik und der Wirtschaftsmathematik, insbesondere der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Hier trat er mit Arbeiten zur Erneuerungstheorie und zur Ausgleichsrechnung hervor. In der Erneuerungstheorie wird das Ausfallen und Reparieren bzw. Ersetzen von Teilen eines Systems analysiert, wobei die Lebensdauer der Elemente sowie die notwendige Reparaturzeit als Zufallsgrößen betrachtet werden. Die wahrscheinlichkeitstheoretische Modellierung für die verschiedenen Fälle führt zu verschiedenen Typen von Erneuerungsprozessen. Die Erneuerungsfunktion ist dann der Erwartungswert der zufälligen Anzahl der im Zeitintervall $[0, t)$ vorgenommenen Erneuerungen. Ein zentrales Problem besteht in der Frage, wie die Erneuerungsfunktion gestaltet sein muss, damit eine Menge von Elementen in der zeitlichen Entwicklung unverändert bleibt, wenn für jedes Element die Wahrscheinlichkeit bekannt ist, dass es zum Zeitpunkt t ersetzt werden muss. Ein wichtiger Aspekt ist dabei, zu klären, ob sich mit fortschreitender Zeit die Erneuerungsfunktion einem Grenzwert annähert. Richter erzielte einen «wesentlichen Fortschritt in der mathematischen Diskussion des Erneuerungsproblems» und führte eine «erhebliche begriffliche Klärung und mathematische Verschärfung gegenüber früheren Untersuchungen von versicherungsmathematischer Seite»⁶⁸⁶ herbei. Basis seiner Betrachtungen war die den sog. Erneuerungsvorgang beschreibende Integralgleichung, aus der er dann unter weiteren Voraussetzungen und Rückgriff auf die Theorie der Fourier-Transformation Eigenschaften der Erneuerungsfunktion und asymptotische Aussagen folgern konnte.⁶⁸⁷ Hinsichtlich der verschiedenen Stabilitätsbegriffe, die für die Zugangs- bzw. Erneuerungsfunktion definiert worden waren, konnte er mehreren Fragestellungen einen vorläufigen Abschluss geben. Durch Doob, William Feller (1906–1970), David Blackwell (geb. 1919) u. a. erfuhr die Erneuerungstheorie nur wenig später eine spürbare Weiterentwicklung. In den Arbeiten zur Ausgleichsrechnung ergänzte Richter die bisherigen Methoden durch eine neue, die es ermöglichte, insbesondere bei physikalischen Versuchsreihen oder bei Beobachtungsmaterial aus der Wirtschaft eine der Problemstellung angepasste Lösung zu ermitteln.⁶⁸⁸

⁶⁸⁶ UAL, PA 237, Bl. 15, 16

⁶⁸⁷ Richter 1941a; Richter 1940

⁶⁸⁸ Richter 1941b; Richter 1942



Abbildung 9.14

Hans Richter, ao. Professor für Versicherungsmathematik in Leipzig
1944 – 1945

Als Fazit kann folglich für mehrere dieser Mathematiker und Statistiker, die ihre Forschungen nicht an physikalischen Fragestellungen orientierten, eine gelegentliche Berührung mit für physikalische Untersuchungen relevanten Problemen und deren Einbeziehung in ihre Betrachtungen festgestellt werden. Dies darf aber nicht überbewertet werden, man kann darin eine gewisse Aufgeschlossenheit gegenüber den aus physikalischen Untersuchungen resultierenden mathematischen Problemen ohne Auswirkungen auf das Forschungsprofil des einzelnen Gelehrten sehen, mehr nicht. Hinsichtlich des Forschungsprofils der Wissenschaftler ist noch zu beachten, dass dies zumindest im letzten Jahrzehnt des Untersuchungszeitraum so nachhaltig von äußeren Faktoren beeinflusst wurde, dass die hier registrierten Impulse keine Wirkung zeigen konnten.

9.8 Die Beiträge der Leipziger Astronomen

Erst mit der Neubesetzung des Lehrstuhls für Astronomie bot sich die Chance, das seit langem bestehende Manko hinsichtlich der Berücksichtigung physikalischer Aspekte an der Leipziger Sternwarte auszugleichen. Hopmann führte in Leipzig seine in Bonn begonnenen photometrisch-kolorimetrischen Untersuchungen fort und knüpfte damit im gewissen Umfang an die alte Zöllner'sche astrophysikalische Tradition an. Die astronomische Kolorimetrie war ein neues Teilgebiet der Astrophysik, das sich erst in den beiden vorangegangenen Jahrzehnten entwickelt hatte und die Bestimmung des sog. Farbenindex eines Sternes als Aufgabe hatte, d. h. eines Wertes, der als Äquivalent für die spektrale Energieverteilung des einzelnen Sternes gelten konnte. Ein großer Schwachpunkt derartiger Untersuchungen war das Fehlen einer allgemein anerkannten Vergleichsskala für die Farbäquivalente bzw. für die diesen Äquivalenten zugeordneten Temperaturen. Die Lösung dieses Problems mahnte Hopmann u. a. in seinem in Leipzig vollendeten Übersichtsartikel für die *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften* an.⁶⁸⁹ In dem Artikel gab er einen umfassenden Überblick über die Entwicklung und Resultate der astronomischen Kolorimetrie. Im März 1931 konnte er ein neues, nach seinen Vorschlägen gefertigtes Photometer in Betrieb nehmen. Dazu legte er neben einer Beschreibung des Geräts eine eingehende Diskussion der Überprüfungsergebnisse vor und erläuterte die Umsetzung theoretischer Überlegungen in den konstruktiven Details des Gerätes.⁶⁹⁰ Die Beobachtungen in den folgenden Jahren dienten in der Hauptsache dazu, das verfügbare Material zu vergrößern und durch Vergleich mit den Messungen anderer Astronomen hinsichtlich der notwendigen Homogenisierung der Farbäquivalente voranzukommen.⁶⁹¹ Weitere Aufgaben waren, die Brauchbarkeit verschiedener kolorimetrischer Verfahren zu beurteilen und die Untersuchungen auf lichtschwächere Sterne auszudehnen. In diesen Kontext reihen sich auch Hopmanns Beobachtungen des Orionnebels und am Sternsystem Zeta Aurigae ein. Erstere waren ein Beitrag, um die bisher fehlende Photome-

⁶⁸⁹ Hopmann 1922 – 1934; Hopmanns Beitrag wurde im Dezember 1930 abgeschlossen.

⁶⁹⁰ Hopmann 1931

⁶⁹¹ Hopmann 1937

trie des großen Orionnebels zu erarbeiten.⁶⁹² Die zweite Arbeit vereinte Hopmanns photometrisch-kolorimetrischen Messungen mit den spektralphotometrischen Untersuchungen seines Mitarbeiters Schaub und führte u. a. zur Entdeckung und Bestimmung einer kurzperiodischen Helligkeitsschwankung durch Schaub, deren Periode Hopmann durch die Einbeziehung älterer Beobachtungen noch präziserte.⁶⁹³ Damit einher ging eine genaue Ermittlung der das System charakterisierenden Elemente, wie Bahn, Radialgeschwindigkeiten und Masseverhältnisse. In einer weiteren Arbeit überprüfte Hopmann verschiedene Bahnbestimmungsverfahren und vereinfachte das Rabe'sche Verfahren, das die besten Ergebnisse lieferte.⁶⁹⁴ Die Bahnbestimmung war ein zentrales Problem der Astronomie, da nur von etwa 0,8% der damals bekannten visuellen Doppelsterne die Bahnelemente vorlagen und viele der üblichen Bahnbestimmungsverfahren nicht anwendbar waren. Letzteres hatte seine Ursache darin, dass die meisten dieser Systeme sehr lange Umlaufzeiten hatten und somit die vorliegenden, sich auf maximal 150 Jahre erstreckenden Beobachtungsdaten nur ein sehr kurzes Stück der Umlaufbahn erfassten. Hopmann plädierte nachdrücklich dafür, bei den

«neuen noch auszubauenden Verfahren ... auch astrophysikalische Angaben heranzuziehen, und zwar systematisch, nicht nur bei-läufig wie bisher, d. h. die Spektraltypen, Helligkeiten und die Ergebnisse der stellarstatistischen Verfahren.»⁶⁹⁵

Er bemühte sich, diese Zielstellung mit seinen Mitarbeitern im Rahmen der Zeitumstände konsequent umzusetzen und erzielte bemerkenswerte Erfolge, auch wenn manche gute Idee, wie die Kombination des von seinem Schüler Ullrich Güntzel-Lingner (1914–1979) entwickelten Verfahrens mit dem Rabe'schen infolge der Kriegereignisse nicht zum Abschluss gebracht werden konnte.

Insgesamt erfuhr die astrophysikalische Forschung in Leipzig nach dem Amtsantritt Hopmanns einen deutlichen Aufschwung. Die Astronomie rückte wieder enger an die Physik und trug der internationalen Entwicklung Rechnung, auch wenn dies, soweit festgestellt werden

⁶⁹² Hopmann 1934b

⁶⁹³ Hopmann/Schaub 1936; s. auch Hopmann 1933

⁶⁹⁴ Hopmann 1945

⁶⁹⁵ Hopmann 1941, S. 161

konnte, nicht in eine engere Zusammenarbeit mit einzelnen Vertretern des Physikalischen Instituts einmündete. Neben den astrophysikalischen Arbeiten wurden durch die Observatoren und Mitarbeiter der Sternwarte die für die Neuauflage der Zonenkataloge der Astronomischen Gesellschaft notwendigen Beobachtungen und Bearbeitungen fortgesetzt.⁶⁹⁶ Weiterhin beobachteten J. Weber, Schaub und Naumann im Winter 1930/31 die Opposition des kleinen Planeten Eros und beteiligten sich an diesem internationalen Unternehmen, um grundlegende Zahlenwerte des Sonnensystems neu und genauer zu bestimmen.⁶⁹⁷

9.9 Die Sächsische Akademie der Wissenschaften

Die Sächsische Akademie der Wissenschaften spielte auch in dem betrachteten Zeitabschnitt von der Weltwirtschaftskrise bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs eine wichtige Rolle im wissenschaftlichen Leben der Universität. Die Tradition, dass die Ordinarien der Mathematik, Physik, Geophysik und Astronomie zu Mitgliedern der Akademie gewählt wurden, blieb bestehen, trotz der verstärkten politischen Einflussnahme durch das NS-Regime ab 1933. Lediglich der Statistiker und Versicherungsmathematiker Burkhardt findet sich nicht unter den Mitgliedern der Akademie, was sowohl durch die Zeitumstände, er wurde erst 1943 zum Ordinarius berufen, als auch durch die Einordnung seines Faches als ein auf praktische Fragen orientiertes Gebiet in den Wirtschaftswissenschaften bedingt war. Probleme bereitete jedoch z. B. die Zuwahl von van der Waerden auf Grund seiner holländischen Staatsbürgerschaft, er wurde nur mit 14:6 Stimmen gewählt. Insgesamt gelang es den Persönlichkeiten an der Spitze der Akademie, wie Le Blanc, Heisenberg und Weickmann, in vielen Fällen durch geschicktes Manövrieren die Eingriffe der nationalsozialistischen Machthaber wenigstens teilweise zu entschärfen bzw. hinauszuzögern. So wurde die ab 1936 vom Reichserziehungsministerium betriebene Einführung des «Führerprinzips» erst 1940 mit der Einrichtung der Stellen des Akademiepräsidenten und des Vizepräsidenten umgesetzt und die Sächsische Akademie nahm

⁶⁹⁶ Naumann/Schiller 1938

⁶⁹⁷ Weber/Schaub/Naumann 1938. Der Beitrag erschien als Heft 4 des Bandes bereits 1936.

als letzte der deutschen Akademien die geänderte Satzung an.⁶⁹⁸ Die im wesentlichen vom Reichserziehungsministerium vorgegebene Satzung schränkte die Rechte der Akademien deutlich ein und wurde erst nach mehrjährigem Widerstand von den einzelnen Akademien ab 1939 angenommen.

Die Möglichkeiten der Akademie, einzelne wissenschaftliche Untersuchungen gezielt zu fördern, waren gering, zeitweise hatte sie selbst Mühe, ihr eigenes Fortbestehen mit den wenigen vom Ministerium bereitgestellten finanziellen Mitteln zu sichern. Trotzdem konnte sie durch kleinere Beträge oder durch die Unterstützung bei der Beschaffung von Spendengeldern manchem Projekt eine wichtige Hilfestellung geben. Eine besondere Rolle kam der Publikationstätigkeit zu. Die Bedeutung der Abhandlungen und der Sitzungsberichte als Publikationsorgan für aktuelle Forschungsergebnisse war zwar durch die Gründung zahlreicher Fachzeitschriften zurückgegangen, doch boten sie den Akademiemitgliedern eine günstige Gelegenheit eigene umfangreichere Darstellungen sowie die Arbeiten ihrer Schüler zum Druck zu bringen. Dies war insbesondere für all jene Gelehrten von großem Wert, die nicht durch ihr internationales Renommee und/oder durch die Mitarbeit im Herausbergremium einer Fachzeitschrift einen raschen und einfacheren Zugang zu einem Publikationsorgan hatten. Für manchen jungen Wissenschaftler konnte die Veröffentlichung erster Forschungsergebnisse, und sei es nur in Form einer Ankündigung, in den Berichten der Akademie den Weg für die weitere wissenschaftliche Karriere ebnen helfen. Fast die Hälfte aller Arbeiten (48,6%), die von 1928 bis 1945 in den Berichten der Akademie erschienen, waren von Nicht-Akademiemitgliedern verfasst und von Akademiemitgliedern in den Sitzungen der Mathematisch-physischen Klasse – ab 1942 Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse – vorgelegt worden. Bei den Abhandlungen betraf dies im gleichen Zeitraum sogar mehr als drei Viertel der Arbeiten (76,2%). Unter den Autoren befanden sich jedoch nicht nur junge Nachwuchsgelehrte, sondern in mehreren Fällen auch Mitarbeiter des die Publikation vorlegenden Akademiemitglieds, die bereits mehrere Jahre wissenschaftlich tätig waren und nun die Ergebnisse einer längeren Untersuchung präsentierten. Die beiden Veröffentlichungsreihen wurden von den Vertretern der

⁶⁹⁸ Vgl. die Ausführungen von Wiemers in [Kleint/Wiemers 1993], S. 218–229

einzelnen Fächer sehr unterschiedlich genutzt. Während die Physiker wohl in den *Annalen der Physik*, der *Physikalische(n) Zeitschrift* und der *Zeitschrift für Physik* die geeignetsten deutschsprachigen Publikationsorgane sahen und zu den Berichten der Akademie nur 4,4% der Arbeiten beisteuerten, nahmen die Mathematiker die *Berichte* sehr ausgiebig in Anspruch. 44,6% der dort erschienenen Arbeiten wurden von Mathematikern geschrieben,⁶⁹⁹ obwohl auch ihnen mit den *Mathematische(n) Annalen*, der *Mathematische(n) Zeitschrift* und dem *Journal für die reine und angewandte Mathematik* drei international führende deutsche Zeitschriften zur Verfügung standen. Bemerkenswert war auch der Anteil der Geophysiker mit 7,2% der Arbeiten, da hier beachtet werden muss, dass das Leipziger Institut mit den *Veröffentlichungen des Geophysikalischen Instituts der Universität Leipzig* noch eine eigene Publikationsreihe herausgab. Der Anteil der astronomischen Arbeiten betrug 4,4%. Ein deutlich verändertes Bild zeigt ein Blick in die Abhandlungen der Akademie: Physiker und Geophysiker waren überhaupt nicht vertreten und die Mathematiker nur mit 4,8%, dagegen behandelten 28,5% der Arbeiten astronomische Themen.

Somit hat die Sächsische Akademie vor allem durch die Publikations-tätigkeit und kleinere finanzielle Unterstützungen sowie den interdisziplinären Gedankenaustausch in den Sitzungen den Fortschritt in den genannten Disziplinen gefördert. Eine direkte Einflussnahme auf die Beziehungen zwischen Physik und Mathematik erfolgte nicht.

⁶⁹⁹ Von Physikern bzw. Mathematikern geschriebene Nachrufe auf verstorbene Akademiemitglieder wurden nicht zu den physikalischen bzw. mathematischen Arbeiten gerechnet, sind bei den angegebenen Prozentzahlen also nicht mit erfasst.

10 Das Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik im Überblick

Welche Schlussfolgerungen ergeben sich aus der in den vorangegangenen Abschnitten dargelegten Entwicklung von Mathematik, Physik, Astronomie und Geophysik an der Leipziger Universität in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts für das Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik? Zunächst fällt auf, dass einer weitgehend kontinuierlichen Traditionslinie in der mathematischen Physik eine von größeren Schwankungen geprägte Entwicklung in der theoretischen Physik gegenüberstand. Unverkennbar war auch die Beschäftigung mit der mathematischen Physik in Intensität und Qualität nicht über den ganzen Zeitraum konstant, aber es zeigen sich beispielsweise keine Brüche in dieser Entwicklung.

Die Forschungen Neumanns, der in den ersten Jahren nach dem Umzug in das neue Institutsgebäude zunächst die mathematische Physik repräsentierte, entsprachen sicher in mehreren Punkten nicht dem aktuellen Stand in den Wechselbeziehungen zwischen den beiden Disziplinen, bargen aber aus formaler Sicht in einigen Fällen mit der Konzentration auf die mathematischen Belange der Problemstellung bei gleichzeitig klarem Bezug auf deren physikalischen Hintergrund Ansätze der künftigen Entwicklung in sich. Wenn er die Lösung der Randwertaufgaben der Potentialtheorie mit klassischen Methoden der Analysis in Angriff nahm, so fehlte hier zwar die Verwendung der allgemeineren funktionalanalytischen Mittel, die grundlegende Aufgabenstellung änderte sich mit Blick auf die Physik kaum. Herglotz, der 1909 an Neumanns Seite trat, hat dann den modernen analytischen Methoden stärkere Beachtung geschenkt. In einem Teil seiner Forschungen stellte er auf hohem mathematischen Niveau eine Verbindung zu aktuellen Untersuchungen

der theoretischen Physik her und verdeutlichte damit die veränderten Anforderungen im Wechselverhältnis von Mathematik und Physik. Die physikalische Theorie, bei Herglotz war dies die Relativitätstheorie, hatte einen größeren Abstraktheitsgrad erreicht und war in ihrem Aufbau stärker von mathematischen Methoden durchdrungen. Sie erhielt also eine stärkere mathematische Strukturierung. Dies ermöglichte eine weitgehend problemlose Übertragung von physikalischen in mathematische Fragestellungen. Die adäquate mathematische Beschreibung des physikalischen Problems stand im Allgemeinen nicht in Zweifel und wurde im Wesentlichen von den theoretischen Physikern geleistet.

Durch die Abstraktion von den speziellen Begebenheiten erhielt die physikalische Aufgabenstellung zugleich eine so allgemeine Formulierung, dass für die Mathematiker ohne tieferes Eindringen in die physikalischen Zusammenhänge eine kritische Beurteilung dieser mathematischen Beschreibung und eine Variation der angewandten mathematischen Methoden möglich war. Einerseits war dabei eine Verstärkung des Effekts festzustellen, dass ganze Problemklassen mit der gleichen Methode behandelt werden konnten, andererseits bedeutete diese prinzipielle Beibehaltung der Methode nicht, dass die einzelnen Probleme nicht doch erhebliche Anstrengungen erforderten, um die Verfahren der jeweiligen konkreten Situation anzupassen. Als Beispiel können hier die Forschungen Lichtensteins zu den Gleichgewichtsfiguren genannt werden, die als zentrale Bestandteile die Beschreibung des Problems durch eine Integro-Differentialgleichung und deren Lösung mittels sukzessiver Approximation hatten, im Detail aber zahlreiche Modifikationen erforderten. Analoge Verhältnisse lassen sich auch bei E. Hölder und Hopf konstatieren, die die Traditionslinie bis in die Nachkriegszeit hinein fortsetzten. Es soll jedoch nicht verkannt werden, dass neben die wachsende Vertrautheit der Physiker mit der Mathematik auch für Mathematiker ein stärkeres Eindringen in die physikalischen Zusammenhänge erforderlich war, insbesondere dann, wenn die mathematische Beschreibung des physikalischen Problems neu hinterfragt werden musste. Die Gründe für eine solche erneute Überprüfung konnten sich z. B. aus der Anpassung einer bewährten Methode an eine konkrete Situation oder der Anwendung eines neuen mathematischen Verfahrens zur Lösung des vorgelegten Problems ergeben.

Eine Ausnahme unter den Leipziger Mathematikern bildete van der Waerden, der zumindest zeitweise direkt mit den Kollegen der theoretischen Physik zusammenarbeitete. Diese enge Kooperation brachte den neuen Entwicklungsstand in den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik sehr augenfällig zum Ausdruck. Auf dem jungen Gebiet der Quantenmechanik und der Atomphysik war für Fortschritte in der Theorie, insbesondere in der mathematischen Beschreibung der verschiedenen Vorgänge, eine gemeinsame Arbeit der theoretischen und mathematischen Physiker am effektivsten und nahezu unerlässlich, denn neben den adäquaten Vorstellungen aus physikalischer Sicht musste zugleich ein großer Teil des mathematischen Rüstzeugs entwickelt bzw. den konkreten Bedingungen angepasst werden. Dies hatte zur Folge, dass sich die Vertreter der beiden Fachrichtungen jeweils wechselseitig vom anderen Gebiet einen gewissen Fundus an Grundkenntnissen aneigneten, der sie befähigte, auch Aufgaben in dem fremden Gebiet auszuführen. Der theoretische Physiker musste im Idealfall so viel von der neuen Mathematik verstehen, dass er sie zur mathematischen Beschreibung des physikalischen Problems anwenden konnte und im Gegenzug sollte der Mathematiker so tief in die physikalische Theorie eingedrungen sein, um diese mathematische Umsetzung des physikalischen Sachverhalts überprüfen bzw. seine eigenen Ergebnisse wieder physikalisch interpretieren zu können. Es ist dieses enge Ineinandergreifen von Physik und Mathematik, das das höhere Niveau in deren Wechselbeziehungen charakterisiert. Dies unterstrich Yuri Manin (geb. 1937) im Rückblick auf die Entwicklung im 20. Jahrhundert:

“... I do believe that without the mathematical language physicists couldn't even say what they were seeing. This interrelation between physical discoveries and mathematical ways of thinking, the mathematical language, in which these discoveries can only be expressed, is absolutely phantastic. In this sense the 20th century certainly will be regarded as a century of great breakthroughs.”⁷⁰⁰

Die in diesem Kontext erfolgte explizite Bezugnahme auf die Quantentheorie und die Allgemeine Relativitätstheorie ließen erkennen, dass er der ersten Hälfte des Jahrhunderts einen wichtigen Anteil an dieser Ent-

⁷⁰⁰ Manin 1998, S. 41

wicklung zubilligte. Ähnlich äußerte sich auch Roger Penrose (geb. 1931) und sprach von Theorien von erstaunlicher Breite und Exaktheit, die die Physik hervorgebracht habe, und einer bisher nicht gesehenen, weitreichenden und tiefen Verwandtschaft mit mathematischen Begriffen, die sie dabei gezeigt habe.⁷⁰¹ Als ein Charakteristikum für die Veränderungen in den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik kann gelten, dass die Menge der Kenntnisse aus den beiden Gebieten, die von den Vertretern beider Disziplinen zugleich beherrscht wurden, deutlich größer wurde. Bereits die Zeitgenossen reflektierten diese Veränderungen, verwiesen aber auch auf die damit verbundenen Schwierigkeiten. Courant hatte dabei 1924 vor allem die seit der Jahrhundertwende auseinander driftende Entwicklung der beiden Gebiete im Blick gehabt und eine genaue Analyse dieser Entwicklung gegeben, der er mit dem Buch *Methoden der mathematischen Physik* entgegen wirken wollte:

«Erst die letzten Jahrzehnte brachten eine Lockerung dieses Zusammenhanges (zwischen Mathematik und Physik, K.-H. S.), indem sich die mathematische Forschung vielfach von ihren anschaulichen Ausgangspunkten ablöste und insbesondere in der Analysis manchmal allzu ausschließlich um Verfeinerung ihrer Methoden und Zuspitzung ihrer Begriffe bemühte. So kommt es, daß viele Vertreter der Analysis das Bewußtsein der Zusammengehörigkeit ihrer Wissenschaft mit der Physik und anderen Gebieten verloren haben, während auf der anderen Seite oft den Physikern das Verständnis für die Probleme und Methoden der Mathematiker, ja sogar für deren ganze Interessensphäre und Sprache abhanden gekommen ist.»⁷⁰²

Hermann Weyl sah dann vier Jahre später für die jüngste Vergangenheit «eine unverkennbare geheimnisvolle Parallelität» in der Entwicklung der Mathematik und Physik. Die Realität charakterisierte er jedoch als das «Drama von Mathematik und Physik – die sich im Dunkeln befruchten, aber von Angesicht zu Angesicht so gerne einander verkenne- und verleugnen».⁷⁰³ Vermittelnde Aktivitäten, wie er sie in diesem «Drama» mehrfach übernommen hatte, waren meist nicht gern gesehen. 1947 konstatierte Dirac schließlich: “A profound change has taken

⁷⁰¹ Penrose 1998, S. 58

⁷⁰² Courant/Hilbert 1924, S. VI

⁷⁰³ Weyl 1928, S. Vf.

place during the present century in the opinions physicists have held on the mathematical foundations of their subject."⁷⁰⁴ Er leitete damit den Abschnitt "Mathematical formulation of the principle" (des Superpositionsprinzips, K.-H. S.) ein, der in der Erstauflage seiner *Prinzipien der Quantenmechanik* noch fehlte. In dieser ersten Auflage hatte er bereits 1930 die große Bedeutung der abstrakten Symbolik und des mathematischen Formalismus betont. Indem er der symbolischen Darstellung der Theorie die Repräsentation der Grundgrößen mit Hilfe von Koordinaten gegenüberstellte, führte er aus:

«Die symbolische Darstellungsart aber scheint ... tiefer in das Wesen der Dinge einzudringen. Sie ermöglicht es uns, die physikalischen Gesetze klar und bestimmt zum Ausdruck zu bringen und wird wahrscheinlich in Zukunft immer mehr benutzt werden wenn sie erst besser verstanden wird und wenn ihre besondere Mathematik hinreichend entwickelt ist.»⁷⁰⁵

Der mathematische Formalismus bildete für ihn in diesem Kontext ein wichtiges Werkzeug zur Aufdeckung neuer physikalischer Erkenntnisse:

"The most powerful method of advance that can be suggested at present is to employ all the resources of pure mathematics in attempts to perfect and generalise the mathematical formalism that forms the existing basis of theoretical physics, and *after* each success in this direction, to try to interpret the new mathematical features in terms of physical entities ..."⁷⁰⁶

In seinen Forschungen hat Dirac diese Vorstellung eindrucksvoll umgesetzt und ein Beispiel geliefert, wie weit die theoretische Physik in mathematisches Terrain vorstoßen konnte.

Trotz der enger werdenden Beziehungen, in denen durch die zunehmende Abstraktheit in den physikalischen Überlegungen für mehrere Begriffe und Probleme eine starke Verbindung zwischen den Betrachtungen der theoretischen Physiker und der Mathematiker deutlich hervortrat, ein grundlegender Unterschied blieb bestehen: Der Physiker formulierte seine Resultate und begründete sie vorrangig aus physikalischer Sicht, der Mathematiker strebte nach einem strengen mathematischen Beweis. Bei allen Fortschritten führte die Entwicklung nicht

⁷⁰⁴ Dirac 1947, S. 14

⁷⁰⁵ Dirac 1930, S. VI f.

⁷⁰⁶ Dirac 1931, S. 60

automatisch zu einem Umschlagen des physikalischen Begründens in mathematische Strenge. Noch am Ende des 20. Jahrhunderts wiederholte der Theoretiker der Hochenergie-Physik Curum Vafa (geb. 1960) faktisch Joos' Aussage aus dem Jahre 1932,⁷⁰⁷ indem er feststellte:

“After all, the physicist’s task is to figure out how nature works, not to make it ‘rigorous’. Thus this gap (zwischen theoretischer Physik und Mathematik, K.-H. S.) continues to exist, and I am afraid there has been very little progress in the past two decades in narrowing it.”⁷⁰⁸

Der zweite Teil der Aussage wird jedoch nicht von allen Fachkollegen so pessimistisch gesehen, beispielsweise sprach Penrose als mathematischer Physiker von “an extraordinary symbiosis”, die im 20. Jahrhundert infolge des durch die Relativitätstheorie und die Quantenmechanik bewirkten revolutionären Wandels im physikalischen Weltbild zwischen Mathematik und Physik entstanden ist.⁷⁰⁹

Gerade bei der hier als Beispiel herangezogenen Atomphysik und Quantenmechanik darf aber die Experimentalphysik als dritte Quelle auf dem Weg zu neuen Erkenntnissen nicht vernachlässigt werden. In diesen im raschen Aufschwung befindlichen Gebieten, in denen die Naturgesetze in ihrer genauen Form noch gesucht wurden, konnte «die Theorie nur aus den vorliegenden experimentellen Ergebnissen Vermutungen über die Form der Naturgesetze anstellen und Gesichtspunkte für neue Experimente aufweisen».⁷¹⁰ Die theoretische Physik erhielt ihre Anregungen und Ideen vor allem aus der Verknüpfung mit der Experimentalphysik, dies war die allgemein anerkannte Meinung ihrer Vertreter und wurde, wie die vorangegangene Darstellung zeigte, auch in verschiedenen Phasen der Entwicklung des Leipziger Physikalischen Instituts deutlich. Die Vorabberechnung von Versuchsergebnissen diente speziell amerikanischen Physikern als wichtiges Charakteristikum der theoretischen Physik, wenn deren Aufgabe unter weitgehender Gleichsetzung mit der mathematischen Physik⁷¹¹ beschrieben wurde als

⁷⁰⁷ Zu Joos vgl. Abschn. 2.3, insbesondere S. 28f.

⁷⁰⁸ Vafa 2000, S. 323

⁷⁰⁹ Penrose 1998, S. 56

⁷¹⁰ Heisenberg 1938, S. 61

⁷¹¹ “... pure mathematics is the chief tool of the theoretical physicist – so much so that he is often referred to as a mathematical physicist, ...” [Condon 1938], S. 258

“so to organize past experience and so to direct the acquisition of new experience that ultimately it will be possible to predict the outcome of any proposed experiment which is capable of being carried out – and to make the prediction in less time than it would take actually to carry out the proposed experiment.”⁷¹²

Dabei konnte, auch dies zeigt das Beispiel des Leipziger Instituts, die experimentelle Forschung, auf die sich die theoretischen Erörterungen beziehen, an einem ganz anderen Ort stattfinden. Nur in wenigen Fällen waren die Rahmenbedingungen so günstig, dass sich Zentren herausbildeten, an denen experimentelle und theoretische Forschungen auf das gleiche Teilgebiet der Physik ausgerichtet waren und ein annähernd gleiches Niveau besaßen. Für die Quantenmechanik und Atomphysik in den 20er Jahren sowie Anfang der 30er Jahre sind hier besonders Kopenhagen, Göttingen und Rom zu nennen. Doch gelten die Bemerkungen zum Wechselspiel von Experiment und Theorie nicht nur für dieses spezielle Teilgebiet der Physik, sondern allgemein, wenn auch die Effekte nicht immer so deutlich ausgeprägt waren.

Die Leipziger Forschergruppe um Heisenberg wie die eben erwähnten Zentren stehen für eine weitere Veränderung in der physikalischen Forschung, die in den USA in den 30er Jahren, in Europa verzögert durch die Kriegereignisse fast 20 Jahre später einen prägenden Charakter annahm: die Forschung wurde zunehmend von Wissenschaftlergruppen durchgeführt. Im Vordergrund standen dabei Gruppen, die ihre Aufmerksamkeit sowohl experimentellen als auch theoretischen Aspekten schenkten, jedoch oft eine Schwerpunktsetzung in die eine oder andere Richtung vornahmen. Zu diesen Gruppen, speziell den theoretisch orientierten, traten dann auch mathematische Physiker hinzu. Die eingangs konstatierte enger werdende Verbindung zwischen theoretischer, mathematischer und experimenteller Physik auf der inhaltlichen Ebene fand hier ihren Niederschlag in der Zusammenarbeit der Personen, also letztlich in der Organisationsform der Forschung.

Ein weiterer diesen Trend befördernder Grund lag in den zunehmenden Aufwendungen für die Experimente, wie sie etwa der Bau von Teilchenbeschleunigern darstellte. Für derartige Experimente mussten schon aus ökonomischen Gründen die Möglichkeiten der Theorie so

⁷¹² Condon 1938, S. 257

weit wie möglich ausgeschöpft werden, um den gewünschten Effekt durch das Experiment möglichst genau zu realisieren oder eine möglichst präzise Antwort auf die offenen Fragen zu erhalten. Die neuen technischen Möglichkeiten brachten wiederum Fortschritte im Experimentieren hinsichtlich des Sichtbarmachens und des quantitativen Erfassens von Erscheinungen und Effekten hervor, verschoben also die Grenze der nur mit theoretischen Modellen erfassbaren Vorstellungen immer weiter in den Mikrokosmos. In diesem Prozess war der Abstand zwischen den theoretisch und experimentell umsetzbaren Vorstellungen sehr schwankend, doch dessen ungeachtet blieb die Dominanz der inhaltlichen Faktoren unbestritten, die vor allem auf der zunehmenden Abstraktion und dem Vordringen in Bereiche basierte, die der unmittelbaren Beobachtung kaum zugänglich waren.

Die Schwankungen in der Entwicklung der theoretischen Physik am Leipziger Institut waren hauptsächlich durch Wieners Festhalten an der klassischen Physik sowie einige Zeitumstände bedingt. Die nach der Berufung Des Coudres' einsetzende Stagnation wurde in den ersten Jahren noch von dem durch den Institutsneubau und die Schaffung eines Theoretisch-Physikalischen Instituts erreichten institutionellen Rahmen abgeschwächt. Die anschließende Verstärkung der theoretischen Physik durch Haas kam durch den Ausbruch des Ersten Weltkriegs und Haas' Rückkehr nach Wien nicht über einige Anfangsschritte hinaus, so dass erst Mitte der 20er Jahre nach Überwindung der Inflation mit der einsetzenden wirtschaftlichen Stabilisierung ein neuer Anlauf unternommen werden konnte.

Die Neueinrichtung der Professur für mathematische Physik am Physikalischen Institut entsprach dem zum damaligen Zeitpunkt Notwendigen, aber keiner Neubestimmung in den Forschungszielen. Dabei verwundert, dass die Mathematiker die Schaffung dieser Professur unterstützten und deren Zuordnung zum Physikalischen Institut nicht widersprachen. Leider fanden sich keine Hinweise auf die Motive für dieses Verhalten. Es kam weder zu einer besonders intensiven Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Inhaber dieser Professur, noch zu einem reduzierten Engagement der Mathematiker für die mathematische Physik. Eine einfache Erklärung könnte darin liegen, dass Jaffé und seine Nachfolger in ihren Forschungen *de facto* als moderne theoretische Physiker agierten und im allgemeinen Verständnis der Mathematiker keine

mathematische Physik betrieben. Die wechselseitigen Interessen blieben also gewahrt.

Eine grundlegende Umorientierung in der Physik erfolgte erst bei der überraschenden, innerhalb eines Jahres notwendigen Wiederbesetzung der beiden Ordinariate. Ähnlich wie bei der Einrichtung einer Professur für theoretische Physik in der ersten Phase des Aufschwungs der theoretischen Physik⁷¹³ gelang es in der Leipziger Philosophischen Fakultät, als die Entwicklung in der Physik klarere Konturen annahm, den eingetretenen Rückstand durch eine effektive und glückliche Berufungspolitik zügig aufzuholen. Das nachfolgende rasche Aufrücken auf einen Spitzenplatz unter den europäischen Forschungszentren charakterisiert außerdem die gute institutionelle Basis an der Leipziger Universität. Erst die durch die nationalsozialistische Herrschaft bedingte völlige Änderung der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen stoppten diesen Prozess und leiteten den Niedergang ein. Die Ausgestaltung der Wechselbeziehungen zwischen Physik und Mathematik wurde durch die Konzentration der Forschung auf kriegswichtige Aufgaben spürbar verzerrt.

Wie in den Jahrzehnten um die Wende zum 20. Jahrhundert gelang es der Leipziger Universität rund 30 Jahre später wieder, einen Rückstand in der theoretischen Physik und in deren Beziehungen zur mathematischen Physik innerhalb kurzer Zeit aufzuholen und eine führende Stellung zu erreichen. Dies spricht für das gute Grundniveau am Institut. Zugleich profitierte man davon, dass sich die Disziplin im Umbruch befand. Dadurch konnte der Einstieg in die Quantenmechanik mit Debye und Heisenberg gleich auf einem höherem Niveau beginnen und die schwierige Anfangsphase mit der Suche nach geeigneten neuen Methoden übersprungen werden. Die zusätzliche Verstärkung dieser Entwicklung von Seiten der Mathematiker durch die Berufung von Waerdens kann als historischer Zufall bezeichnet werden, da dieser ja keineswegs der Wunsch kandidat der Mathematiker gewesen war. Diese hervorragende Profilierung der theoretischen und mathematischen Physik in Leipzig entsprang also nicht dem gemeinsamen Bemühen der Mathematiker und Physiker. Dies ist auch verständlich, denn nach dem erfolgreichen Ringen um eine ausgezeichnete Besetzung der beiden Phy-

⁷¹³ Vgl. [Schlote 2004a], Abschn. 9.1

siklehrstühle und der Professur für mathematische Physik waren diese Disziplinen sehr gut an der Universität vertreten, zumal ja Lichtenstein von mathematischer Seite ebenfalls große Teile der mathematischen Physik in Lehre und Forschung abdeckte. Es lag also sowohl im Interesse der Universität als auch der Mathematiker und Physiker, wenn bei der Suche eines Nachfolgers für O. Hölder die Repräsentanz eines der anderen großen Teilgebiete der Mathematik im Vordergrund stand.

Es bleibt noch festzuhalten, dass das günstige Umfeld für den fulminanten Aufschwung der theoretischen Physik auch durch die beiden Nachbardisziplinen der Geophysik und der Astronomie gestützt wurde, ohne dass ein direkter Einfluss erfolgte. Während in der Geophysik eine Ausweitung des Forschungsgebiets gelang, kam es in der Astronomie zur Wiederaufnahme astrophysikalischer Untersuchungen. Der Aufschwung selbst basierte in seinen Grundzügen auf dem Bestreben, den Fortschritten in der theoretischen Physik Rechnung zu tragen, und profitierte zugleich vom zufälligen Zusammentreffen günstiger Faktoren. Für mehrere Jahre wurde das internationale Forschungsniveau in der theoretischen und mathematischen Physik mitbestimmt und diese Position konnte im Gegensatz zu anderen führenden deutschen Zentren wie Berlin, Göttingen und München auch in den ersten Jahren des NS-Regimes gehalten werden, da das Leipziger Physikalische bzw. Mathematische Institut von der Vertreibung jüdischer und der nationalsozialistischen Diktatur kritisch gegenüberstehender demokratischer Gelehrter weniger stark betroffen war als die Institute an den genannten und an anderen Universitäten.

Die im Untersuchungszeitraum festgestellten, zeitweiligen Abweichungen der Leipziger theoretischen und mathematischen Physik vom Spitzenniveau bezogen sich hauptsächlich auf die Forschung. Sie schlugen sich – nach dem allgemeinen Leitsatz der Einheit von Forschung und Lehre an den deutschen Universitäten – auch in der Lehre nieder, waren aber dort nicht so markant. Spürbar war das Manko bei der Vermittlung neuester Forschungsergebnisse und -methoden vor allem für jene Studenten, die eine wissenschaftliche Karriere anstrebten. Sie mussten durch Eigeninitiative und eventuell mit Unterstützung der Privatdozenten sich die nötigen Kenntnisse aneignen. Hier zeigte sich dann auch eine deutliche Rückwirkung der Lehre auf die Forschung. Eine an neuesten Erkenntnissen und Fragestellungen orientierte Lehre,

wie etwa im Kreis um Heisenberg und Hund oder um Lichtenstein bzw. van der Waerden, übte insbesondere auf begabte Studenten eine Anziehungskraft aus und sorgte für ein Reservoir an Talenten, die ihrerseits mit ihren Dissertations- und Habilitationsarbeiten die Forschung weiter voranbrachten. In diesem Sinne waren nicht nur die Forschungsleistungen von Heisenberg, Debye, Lichtenstein und van der Waerden, sondern auch die dadurch erzeugte erhöhte Attraktivität eines Studiums in Leipzig ein wesentlicher Faktor für den Aufschwung in den physikalisch-mathematischen Arbeiten.

Literatur und Quellen

- Bach, Frank; Börngen, Michael; Müller, Arnold: 100 Jahre Geologisch-Paläontologisches Institut – Wandel und Kontinuität. Journal Universität Leipzig, H. 3 (1996), S. 26 – 28
- Baer, Reinhold; Levi, Friedrich: Ränder topologischer Räume. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 82, 1930, S. 171 – 189
- Stetige Funktionen in topologischen Räumen. Math. Zeitschr. 34(1931), S. 110 – 130
 - Vollständige irreduzible Systeme von Gruppenaxiomen. Sitzungsber. Heidelberger Akad. Wiss., Math.-nat. Kl., Jg. 1932, 2. Abh. (Beiträge zur Algebra 18) 1932, S. 3 – 12
 - Freie Produkte und ihre Untergruppen. Compositio Math. 3(1936), S. 391 – 398
- Bagge, Erich: Beiträge zur Theorie der schweren Atomkerne. I. Zur Frage des Neutronenüberschusses in den schweren Atomkernen. Annalen der Physik 5. Folge, 33(1938), S. 359 – 388; II. Über die Abflachung des Gamowberges bei einer Anregung der Atomkerne. Ebenda, S. 389 – 403
- Die Reichweite der Kernkräfte und die Zertrümmerungsprozesse der Ultrastrahlung. Annalen der Physik 5. Folge, 35(1939), S. 118 – 134
 - Die Leipziger Versuche zur Kernenergiefreisetzung (1939 – 1942). In: [Kleint/Wiemers 1993], S. 15 – 29
- Bauschinger, Julius: Die astronomische Festlegung des Trägheitssystems. Die Naturwissenschaften 10(1922), S. 1005 – 1010
- Die Bahnbestimmung der Himmelskörper. 2. Aufl., Verlag Wilh. Engelmann, Leipzig 1928
- Beaulieu, Liliane: Dispelling the myth: Questions and answers about Bourbaki's early work, 1934 – 1944. In: Sasaki, Chikara u. a. (Hrsg.): The intersection of history and mathematics. Birkhäuser Verlag, Basel u. a. 1994, S. 241 – 252 (Science networks, Vol. 15)
- Beck, Guido: Über die Messung von Teilchen durch Kraftfelder. Zeitschr. f. Physik 62(1930), S. 331 – 351
- Über die theoretische Behandlung von Atomzertrümmerungsprozessen. Phys. Zeitschr. 31(1930), S. 945 – 946

- Zur Theorie der Atomzertrümmerung (I). *Zeitschr. f. Physik* 64(1930), S. 22–33; II. Ebenda 67(1930), S. 227–239
- Beckert, Herbert: Leon Lichtenstein. In: [Beckert/Schumann 1981], S. 207–217
- Eberhard Hopf. *Sächs. Akad. Wiss. Leipzig. Jahrbuch 1983–1984*. Im Auftrag der Akademie bearbeitet und herausgegeben von Gerald Wiemers. Akademie-Verlag, Berlin 1986, S. 238–241
- Beckert, Herbert; Schumann, Horst (Hrsg.): 100 Jahre Mathematisches Seminar der Karl-Marx-Universität Leipzig. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1981
- Beckert, Herbert; Purkert, Walter (Hrsg.): *Leipziger mathematische Antrittsvorlesungen. Auswahl aus den Jahren 1869–1922*. B.G. Teubner Verlagsgesell., Leipzig 1987, S. 131–145 (Teubner-Archiv zur Mathematik, Bd. 8)
- Bethe, Hans; Bacher, Robert F.: Nuclear physics. A. Stationary states of nuclei. *Reviews in Modern Physics* 8(1936), S. 82–229
- Beyerchen; Alan D.: *Wissenschaftler unter Hitler. Physiker im Dritten Reich*. Mit einem Vorwort von K. D. Bacher. Ullstein Verlag, Frankfurt/Main u. a. 1982
- Bieberbach, Ludwig: Das Werk Paul Koebes. *Jahresber. Deut. Math.-Verein.* 70(1968), S. 148–158
- Biermann, Kurt-Reinhard: *Die Mathematik und ihre Dozenten an der Berliner Universität 1810–1933. Stationen auf dem Wege eines mathematischen Zentrums von Weltgeltung*. Akademie-Verlag, Berlin 1988
- Bjerknes, Vilhelm: *Ausgewählte Kapitel aus der Dynamik der Atmosphäre und des Meeres*. Schreibmaschinenmanuskript. Geophysikalisches Institut der Universität Leipzig, o. J.
- Vorlesungen über hydrodynamische Fernkräfte nach C. A. Bjerknes' Theorie. Bd. 1, Verlag J. A. Barth, Leipzig 1900
- *Dynamic meteorology and hydrography. Pt. 1: Statics*. In collaboration with J. W. Sandström. Carnegie Institution of Washington, Washington D.C. 1910. Deutsche Übersetzung von F. Kirchner. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1912
- Über thermodynamische Maschinen, die unter Mitwirkung der Schwerkraft arbeiten. *Abh. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.*, Bd. 35(1916), S. 1–33
- Über Wellenbewegung in kompressiblen, schweren Flüssigkeiten. *Abh. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.*, Bd. 35(1916), S. 35–65
- Ein prognostisches Prinzip der dynamischen Meteorologie. *Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.*, Bd. 69(1917), S. 278–286

- Bjerknes, Vilhelm; u. a.: *Dynamic meteorology and hydrography. Pt. 2.: Kinematics.* Carnegie Institution of Washington, Washington D. C. 1911. Deutsche Übersetzung von F. Kirchner. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1913
- Blaschke, Wilhelm: *Kreis und Kugel. (Antrittsrede) Jahresber. Deut. Math.-Ver. ein.* 24(1915), S. 195–207; *Bemerkung von H. Liebmann und Berichtigung von W. Blaschke.* Ebenda, S. 207–209.
- *Einige Bemerkungen über Kurven und Flächen von konstanter Breite.* Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 67(1915), S. 290–297
 - *Kreis und Kugel.* Verlag Veit & Co., Leipzig 1916
 - *Über affine Geometrie I: Isoperimetrische Eigenschaften von Ellipse und Ellipsoid.* Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 68(1916), S. 217–239.
 - *Vorlesungen über Differentialgeometrie und geometrische Grundlagen von Einsteins Relativitätstheorie.* Bd. 1: *Elementare Differentialgeometrie.* Verlag Julius Springer, Berlin 1921; Bd. 2: *Affine Differentialgeometrie.* Bearbeitet von Kurt Reidemeister. Ebenda 1923; Bd. 3: *Differentialgeometrie der Kreise und Kugeln.* Bearbeitet von Gerhard Thomsen. Ebenda 1929
- Börngen, Michael: *Zur Historie der Geowissenschaften in Leipzig.* In: *Meßpunkt Leipzig.* Hrsg. von Kulturstiftung Leipzig; Stadt Leipzig, Städtisches Vermessungsamt, Passage-Verlag, Leipzig 1996 (Leipziger Blätter; Sonderheft), S. 66–73
- Börngen, Michael; Weickmann, Ludwig A.: *Ludwig F. Weickmann (1882–1961).* In: *Wiemers, Gerald (Hrsg.): Sächsische Lebensbilder.* Bd. 5, Verlag der Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, in Kommission F. Steiner Verlag, Stuttgart 2003, S. 561–577 (Quellen und Forschungen zur sächsischen Geschichte, Bd. 22)
- Bohr, Niels: *On the constitution of atoms and molecules.* The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science 6. Ser., 26(1913), S. 1–25, 476–502, 857–875
- Braun, Hans-Joachim: *Konstruktion, Destruktion und der Ausbau technischer Systeme zwischen 1914 und 1945.* In: *Braun, Hans-Joachim; Kaiser, Walter: Energiewirtschaft, Automatisierung, Information seit 1914.* Propyläen Verlag, Berlin 1992, S. 9–279 (Propyläen-Technikgeschichte, Bd. 5)
- Brödel, Walter: *Über die Deformationsklassen zweidimensionaler Mannigfaltigkeiten.* Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 87(1935), S. 85–120
- *Deformationsklassen bei mehrdeutigen topologischen Abbildungen.* Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 89(1937), S. 135–166

- Fortgesetzte Untersuchungen über Deformationsklassen bei mehrdeutigen topologischen Abbildungen. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 91(1939), S. 229–260
 - Funktionen mit Gaussischer Mittelwerteigenschaft für konvexe Kurven und Bereiche. Deutsche Math. 4(1939), S. 3–15
- Bromberg, Joan: The impact of the neutron: Bohr and Heisenberg. Hist. Studies in the Phys. Sciences 3(1971), S. 307–341
- Brown, L. M.; Rechenberg, Helmut: Yukawa's heavy quantum and the mesotron (1935–1937). Centaurus 33(1990), S. 214–252
- The development of the vector meson theory in Britain and Japan (1937–1938). British Jour. of History of Sci. 24(1991), S. 405–433
- Bruns, Heinrich: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmasslehre. Verlag B. G. Teubner, Leipzig, Berlin 1906
- Beiträge zur Quotenrechnung. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 58(1906), S. 571–613.
 - Über die Untersuchung von Längenteilungen. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., 64(1912), S. 63–81
 - Bemerkungen über die Untersuchung von Kreisteilungen. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., 64(1912), S.82–107
- Buchheim, Wolfgang: Ludwig Weickmann. In: Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Jahrbuch 1960–1962. Akademie-Verlag, Berlin 1964, S. 385–388
- Burau, Werner; u. a. (Hrsg.): Wilhelm Blaschke. Gesammelte Werke. 6 Bde. Thales Verlag, Essen 1982–1986
- Casimir, Hendrik; van der Waerden, Bartel Leendert: Algebraischer Beweis der vollständigen Reduzibilität der Darstellungen halbeinfacher Liescher Gruppen. Math. Annalen 111(1935), S. 1–12
- Cassidy, David C.: Werner Heisenberg: Leben und Werk. Aus dem Amerikanischen von Andreas und Gisela Kleinert. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg u. a. 1995
- Chatterji, Srishti D.: Measure and integration theory. In: [Hausdorff 2002], Bd. II, S. 789–800
- Corry, Leo: Modern algebra and the rise of mathematical structures. Birkhäuser Verlag, Basel u. a. 1996 (Science networks, Vol. 17)
- Courant, Richard; Hilbert David: Methoden der mathematischen Physik. Bd. 1. Verlag Julius Springer, Berlin 1924 (Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete, Bd. 12)

- Cremer, Hubert: Erinnerungen an Paul Koebe. Jahresber. Deut. Math.-Verein. 70(1968), S. 158 – 161
- Czuber, Emanuel: Die statistischen Forschungsmethoden. Dritte erweiterte Auflage herausgegeben von Felix Burkhardt. Verlag L. W. Seidel & Sohn, Wien 1938
- Debye, Peter: Report on conductivity of strong electrolytes in dilute solutions. Transactions Faraday Soc. 23(1927), S. 334 – 340
- Das elektrische Ionenfeld und das Aussalzen. Zeitschr. f. physik. Chemie 130(1927), S. 56 – 64
 - Die zeitlichen Vorgänge in Elektrolytlösungen. In: Debye Peter (Hrsg.): Probleme der modernen Physik. Arnold Sommerfeld zum 60. Geburtstage gewidmet von seinen Schülern. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1928, S. 52 – 57.
 - Polare Molekeln. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1929; Engl. Original: Polar molecules. The Chemical Catalog Company, New York 1929
 - Röntgeninterferenzen und Atomgröße. Physik. Zeitschr. 31(1930), S. 419 – 428
 - Zerstreuung von Licht an Schallwellen. Physik. Zeitschr. 33(1932), S. 849 – 856
 - Einfluß des molekularen Feldes auf den Verlauf adiabatischer Endmagnetisierungsprozesse bei tiefsten Temperaturen. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 86(1934), S. 105 – 114
- Debye, Peter; Bewilogua, Ludwig; Ehrhardt, Friedrich: Zerstreuung von Röntgenstrahlen an einzelnen Molekeln. Physik. Zeitschr. 30(1929), S. 84 – 87
- Debye, Peter; Falkenhagen, Hans: Dispersion von Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante bei starken Elektrolyten. Physik. Zeitschr. 29(1928), S. 121 – 132
- Debye, Peter; Sack, Heinrich: Theorie der elektrischen Molekulareigenschaften. In: Marx, Erich (Hrsg.): Handbuch der Radiologie. 2. Aufl., Bd. 6, 2. Hälfte: Moleküle, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1934, S. 69 – 204
- Debye, Peter; Sears, Francis Weston: On scattering of light by supersonic waves. Proc. National Acad. America 18(1932), S. 409 – 414
- Deuring, Max: Zur arithmetischen Theorie der algebraischen Funktionen. Math. Annalen 106(1932), S. 77 – 102
- Algebren. Verlag Julius Springer, Berlin 1935 (Ergebnisse der Math. u. ihrer Grenzgebiete Bd. 4, Nr. 1)
 - Über den Hauptsatz der Algebrentheorie. J. reine angew. Math. 175(1936), S. 63 – 64
 - Einbettung von Algebren in Algebren mit kleinerem Zentrum. J. reine angew. Math. 175(1936), S. 124 – 128
 - Arithmetische Theorie der Korrespondenzen algebraischer Funktionenkör-

- per. I. J. reine angew. Math. 177(1937), S. 161–191; II. Ebenda 183(1940), 25–36
- Dieudonné, Jean: History of functional analysis. North Holland Publ. Comp., Amsterdam u. a. 1981
- Dirac, Paul A. M.: Die Prinzipien der Quantenmechanik. Ins Deutsche übertragen v. Werner Bloch. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1930
- Quantised singularities in the electromagnetic field. Proc. Royal Soc. London, Ser. A, 133(1931), S. 60–72
 - The principles of quantum mechanics. 3. Aufl., Clarendon Press, Oxford 1947
- Dolch, Heimo: Zur Theorie der leichtesten Atomkerne. Zeitschr. f. Physik 100(1936), S. 401–439; Berichtigung. Ebenda 101(1936), S. 404
- Dold-Samplonius, Yvonne: Bartel Leendert van der Waerden befragt von Yvonne Dold-Samplonius. NTM Internat. Schriftenreihe Gesch. u. Ethik Naturwiss. Techn. Med. N. S. 2(1994), S. 129–147
- Ebert, Ludwig: Besprechung: P. Debye, Polare Molekeln. Physik. Zeitschr. 31(1930), S. 64
- Eckert, Michael: Die Atomphysiker. Eine Geschichte der theoretischen Physik am Beispiel der Sommerfeldschule. Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesell., Braunschweig/Wiesbaden 1993
- Eckert, Michael; u. a. (Hrsg.): Geheimrat Sommerfeld. Theoretischer Physiker: eine Dokumentation aus seinem Nachlass. Deutsches Museum, München 1984 (Abhandlungen und Berichte des Deutschen Museums, Sonderheft 1)
- Eisenreich, Günther: B. L. van der Waerdens Wirken von 1931 bis 1945 in Leipzig. In: [Beckert/Schumann 1981], S. 218–244
- Eucken, Arnold: Die Theorie der Strahlung und der Quanten. Verhandlungen auf einer von E. Solvay einberufenen Zusammenkunft (30. Oktober bis 3. November 1911). In deutscher Sprache herausgegeben von A. Eucken. Verlag Wilhelm Knapp, Halle 1914 (Abhandlungen der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie, Bd. 7)
- Euler, Hans: Über die Art der Wechselwirkung in den schweren Atomkernen. Zeitschr. f. Physik 105(1936), S. 553–575
- Theoretische Gesichtspunkte zur Untersuchung der Ultrastrahlung. Zeitschr. f. technische Physik 18(1937), S. 517–525
- Euler, Hans; Heisenberg, Werner: Theoretische Gesichtspunkte zur Deutung der kosmischen Strahlung. Ergebnisse der exakten Naturwiss. 17(1938), S. 1–69

- Felgner, Ulrich: Die Hausdorffsche Theorie der η_α -Mengen und ihre Wirkungsgeschichte. In: [Hausdorff 2002], Bd. II, S. 645–674
- Fischer, Christian: Gerhard Hoffmann. Phys. Blätter 4(1948), S. 347
- Fischer, Klaus: Die Emigration deutschsprachiger Physiker nach 1933: Strukturen und Wirkungen. In: Strauß, Herbert A.; u. a. (Hrsg.): Die Emigration der Wissenschaften nach 1933. Disziplingeschichtliche Studien. Verlag K. G. Saur, München u. a. 1991
- Flügge, Siegfried: Zum Aufbau der leichten Atomkerne. Zeitschr. f. Physik 96(1935), S. 459–472
- Föppl, August: Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität. Mit einem einleitenden Abschnitte über das Rechnen mit Vektorgrößen in der Physik. Hrsg. von Max Abraham. 2., vollst. umgearb. Aufl., Verlag B.G. Teubner, Leipzig 1904
- Fortak, Heinz: Felix Maria Exner und die österreichische Schule der Meteorologie. In: Hammerl, Christa; u. a. (Hrsg.): Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik 1851–2001. 150 Jahre Meteorologie und Geophysik in Österreich. Verlag Leykam, Graz 2001, S. 354–386
- Franke, Martin: August Karolus – Fernsehponier im Spannungsfeld zwischen Physik und Technik. Beiträge zur Geschichte von Technik und technischer Bildung: Schriftenreihe für historische Arbeitsergebnisse aus allen technischen Fachdisziplinen und angrenzenden Gebieten 11(1995), S. 89–105
- Fredenhagen, Carl: Entwurf einer allgemeinen Theorie elektrolytischer Lösungskonstanten und Spannungsreihen, sowie der Löslichkeit und Dissoziation von Säuren und Basen. Annalen der Physik 4. Folge, 17(1905), S. 285–331
- Über eine Theorie des elektrischen und dielektrischen Verhaltens der Leiter zweiter Klasse. Annalen der Physik 4. Folge, 17(1905), S. 332–345
 - Grundlagen einer allgemeinen Theorie der elektrolytischen Lösungstensionen einzelner Stoffe gegen beliebige Lösungsmittel. Zeitschr. f. Elektrochem. 11(1905), S. 496–502
 - Spektralanalytische Studien. Annalen der Physik 4. Folge, 20(1906), S. 133–174
 - Über die Emissionsursachen der Spektren. Physik. Zeitschr. 8(1907), S. 729–737
 - Das Ausbleiben des lichtelektrischen Effektes frisch geschabter Metalloberflächen bei völligem Ausschluß reaktionsfähiger Gase. Physik. Zeitschr. 15(1914), S. 65–68

- Gerlach, Walther: August Karolus. Bayer. Akad. Wiss., Jahrbuch 1973, München 1973, S. 226–230
- Gibbs, Josiah Willard: Vector analysis: A text-book for the use of students of mathematics and physics. Hrsg. von Edwin Bidwell Wilson. 2. Aufl., Verlag E. Arnold, London 1907
- Gildemeister, Martin; van der Waerden, Bartel Leendert: Die Zulässigkeit des χ^2 -Kriteriums für kleine Versuchszahlen. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 95(1943), S. 145–150
- Grönblom, Berndt Olof: Die Abweichung der Kerne ${}^4_2\text{He}$ und ${}^{16}_8\text{O}$ vom Hartree-Modell. Zeitschr. f. Physik 110(1938), S. 37–57
- Groß, Reiner: Geschichte Sachsens. Verlag Edition, Leipzig 2001
- Haas, Arthur Erich: Über die elektrodynamische Bedeutung des Planckschen Strahlungsgesetzes und über eine neue Bestimmung des elektrischen Elementarquantums und der Dimensionen des Wasserstoffatoms. Sitzungsberichte Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Abt. 2a, Wien 119 (1910), S. 119–144
- Der positive Kern der Atome. Phys. Zeitschr. 18(1917), S. 400–402
 - Über die Beziehung der Gravitationskonstante zu den Grundgrößen der Elektrizitätstheorie. Phys. Zeitschr. 19(1918), S. 330
 - Einführung in die theoretische Physik. Bd. 1, Verlag Veit & Co., Leipzig 1919; Bd. 2, Vereinigung wissenschaftl. Verleger, Berlin, Leipzig 1921
 - Die Physik als geometrische Notwendigkeit. Die Naturwissenschaften 8(1920), S. 121–127
 - Rotationsspektren und Isotopie. Zeitschr. f. Physik 4(1921), S. 68–72
 - Vektoranalysis in ihren Grundzügen und wichtigsten physikalischen Anwendungen. Vereinigung wissenschaftl. Verleger, Berlin, Leipzig 1922
- Hanle, Wilhelm: Memoiren. I. Physikal. Institut der Justus-Liebig-Univ., Gießen 1989
- Hantzsche, Erhard: Robert Döpels Arbeiten zur Gasentladungsphysik. Beiträge zur Geschichte von Technik und technischer Bildung: Schriftenreihe für historische Arbeitsergebnisse aus allen technischen Fachdisziplinen und angrenzenden Gebieten 13(1995), S. 64–73
- Haurwitz, Bernhard: Die Arbeiten zur Dynamik der Atmosphäre von Dira Kitao. Gerlands Beiträge z. Geophysik 21(1929), S. 81–102
- Zur Theorie der Wellenbewegung in Luft und Wasser. In: Weickmann, Ludwig (Hrsg.): Veröffentlichungen des Geophysikalischen Instituts der Univ. Leipzig. 2. Serie: Spezialarbeiten aus dem Geophysikalischen Institut. Bd. V (1931), Heft 1, S. 1–106

- Über die Wellenlänge von Luftwogen. Gerlands Beiträge z. Geophysik 34(1931), S. 213–232
- Hausdorff, Felix: Die symbolische Exponentialformel in der Gruppentheorie. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 58(1906), S. 19–48
- Untersuchungen über Ordnungstypen. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 58(1906), S. 106–169
 - Untersuchungen über Ordnungstypen. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 59(1907), S. 84–159
 - Grundzüge einer Theorie der geordneten Mengen. Math. Annalen 65(1908), S. 435–505
 - Die Graduierung nach dem Endverlauf. Abh. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 31(1909), S. 297–334
 - Zur Hilbertschen Lösung des Waringschen Problems. Math. Annalen 67 (1909), S. 301–305
 - Gesammelte Werke, einschließlich der unter dem Pseudonym Paul Mongré erschienenen philosophischen und literarischen Schriften und ausgewählter Texte aus dem Nachlaß. Hrsg. von Egbert Brieskorn u. a. Bd. II: Grundzüge der Mengenlehre. Springer Verlag, Berlin u. a. 2002; Bd. IV: Analysis, Algebra und Zahlentheorie. Ebenda 2001; Bd. V: Astronomie, Optik und Wahrscheinlichkeitsrechnung. Ebenda 2006
- Heisenberg, Werner: Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen. Zeitschr. f. Physik 33(1925), S. 879–893
- Zur Theorie des Ferromagnetismus. Zeitschr. f. Physik 49(1928), S. 619–636
 - Die Selbstenergie des Elektrons. Zeitschr. f. Physik 65(1930), S. 4–13
 - Über den Bau der Atomkerne I. Zeitschr. f. Physik 77(1932), S. 1–11; II. Ebenda 78(1932), S. 156–164; III. Ebenda 80(1933), S. 587–596
 - Bemerkungen zur Diracschen Theorie des Positrons. Zeitschr. f. Physik 90(1934), S. 209–231
 - Bemerkungen zur Theorie des Atomkerns. In: Pieter Zeeman, 1865, 25 Mei, 1935, Verhandelingen op 25 Mei 1935 aangeboden aan Prof. Dr. P. Zeeman. Martinus Nijhoff, Den Hague 1935, S. 108–116
 - Die Struktur der leichten Atomkerne. Zeitschr. f. Physik 96(1935), S. 473–489
 - Zur Theorie der «Schauer» in der Höhenstrahlung. Zeitschr. f. Physik 101 (1936), S. 533–540
 - Der Durchgang sehr energiereicher Korpuskeln durch den Atomkern. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 89(1937), S. 369–384
 - Die gegenwärtigen Aufgaben der theoretischen Physik. Scientia, 3. Ser., 63(1938), S. 61–69

- Zur Theorie der explosionsartigen Schauer in der kosmischen Strahlung. Zeitschr. f. Physik 113(1939), S. 61 – 86
 - (Hrsg.): Kosmische Strahlung. Vorträge gehalten im Max-Planck-Institut Berlin-Dahlem. Springer-Verlag, Berlin 1943
 - Die «beobachtbaren Größen» in der Theorie der Elementarteilchen. Zeitschr. f. Physik 120(1943), S. 513 – 538; Teil II. Ebenda, S. 673 – 702; Teil III. Ebenda 123(1943), S. 93 – 112
 - B. O. Grönbloms wissenschaftliche Arbeiten. Acta Acad. Aboensis Mathematica et Physica 14(1943/44), H. 4, S. 3 – 16
 - Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik. R. Piper & Co. Verlag, München 1969
- Heisenberg, Werner; Euler, Hans: Folgerungen aus der Diracschen Theorie des Positrons. Zeitschr. f. Physik 98(1936), S. 714 – 732
- Heisenberg, Werner; Pauli, Wolfgang: Zur Quantendynamik der Wellenfelder. Zeitschr. f. Physik 56(1929), S. 1 – 61; II. Ebenda 59(1930), S. 168 – 190
- Henke, Martin: Flinke Funken im schnellen Spiegel – Berend Wilhelm Feddersen und der Nachweis der elektrischen Schwingungen. Druck On Demand, Hamburg 2000
- Herglotz, Gustav: Über die vom Standpunkt des Relativitätsprinzips aus als «starr» zu bezeichnenden Körper. Annalen der Physik 4. Folge, 31(1910), S. 393 – 415
- Über die Mechanik des deformierbaren Körpers vom Standpunkte der Relativitätstheorie. Annalen der Physik 4. Folge, 36(1911), S. 493 – 533
 - Über Potenzreihen mit positivem reellem Teil im Einheitskreis. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 63(1911), S. 501 – 511
 - Über die analytische Fortsetzung des Potentials ins Innere der anziehenden Massen. Preisschriften gekrönt und herausgegeben von der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft zu Leipzig. Math.-naturwiss. Sektion Nr. 19, Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1914
 - Zur Einsteinschen Gravitationstheorie. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 68(1916), S. 199 – 203
 - Zur Riemannschen Metrik. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 73(1921), S. 212 – 225
 - Bemerkung zum dritten Keplerschen Gesetz. In: Probleme der Astronomie. Festschrift für Hugo v. Seeliger, dem Forscher und Lehrer zum fünfundsiebzigsten Geburtstage. Redaktion Hans Kienle. Verlag Julius Springer, Berlin 1924, S. 197 – 199
 - Über die Integration linearer, partieller Differentialgleichungen mit konstan-

ten Koeffizienten. I (Anwendung Abelscher Integrale). Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 78(1926), S. 93–126; II (Anwendung Fourierscher Integrale). Ebenda, S. 287–318; III (Anwendungen). Ebenda 80(1928), S. 69–114

Hertz, Heinrich: Gesammelte Werke. Bd. 2: Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. J. A. Barth, Leipzig 1894

Hlawka, Edmund: Bartel Leendert van der Waerden. Almanach Österr. Akad. Wiss. 146(1995–1996), S. 399–405

Hölder, Ernst: Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten mit Oberflächenspannung. Math. Zeitschr. 25(1926), S. 188–208

– Über einige Integralgleichungen aus der Theorie der Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten mit Anwendung auf Stabilitätsbetrachtungen. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 78(1926), S. 55–72

– Beiträge zur mathematischen Theorie der Gestalt des Erdmondes. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 78(1926), S. 73–88

– Mathematische Untersuchungen zur Himmelsmechanik. Math. Zeitschr. 31(1929), S. 197–257

– Die Verzweigungsgleichungen für die kritischen Kreise des restringierten Dreikörperproblems. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 83(1931), S. 179–184

– Über die unbeschränkte Fortsetzbarkeit einer stetigen ebenen Bewegung in einer unbegrenzten inkompressiblen Flüssigkeit. Math. Zeitschr. 37(1933), S. 727–738

– Die Lichtensteinsche Methode für die Entwicklung der zweiten Variation, angewandt auf das Problem von Lagrange. Prace Matematyczno-fizyczne 43(1936), S. 307–346

– Über die Vielfachheiten gestörter Eigenwerte. Math. Annalen 113(1936), S. 620–628

– Poissonsche Wellenformel in nichteuklidischen Räumen. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 90(1938), S. 55–66

– Entwicklungssätze aus der Theorie der zweiten Variation. Allgemeine Randbedingungen. Acta mathematica 70(1939), S. 193–242

– Die infinitesimalen Berührungstransformationen der Variationsrechnung. Jahresber. Deut. Math.-Verein. 49(1939), S. 162–178

– Über die explizite Form der dynamischen Gleichungen für die Bewegung eines starren Körpers relativ zu einem Bezugssystem. Zeitsch. angew. Math. u. Mech. 19(1939), S. 166–176

– Stabknickung als funktionale Verzweigung und Stabilitätsproblem. Jahrbuch

- 1940 der deutschen Luftfahrtforschung. Verlag R. Oldenbourg, München, Berlin 1940, S. I 799–I 819
- Einordnung besonderer Eigenwertprobleme in die Eigenwerttheorie kanonischer Differentialgleichungssysteme. *Math. Annalen* 119(1943), S. 21–66
 - Hölder, Otto Ludwig. In: Gillispie, Charles Coulston (ed.): *Dictionary of Scientific Biography*. 16 vols. Charles Scribner's Sons, New York 1981, Vol. 6, S. 472–474
- Hölder, Otto: Neues Verfahren zur Herleitung der Differentialgleichung für das relative Extremum eines Integrals. *Annali de Matematica Pura ed Applicata*, Ser. III, 20(1913), S. 171–184
- Die Cauchysche Randwertaufgabe für den Kreis in der Potentialtheorie. *Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.*, Bd. 63, 1913, S. 477–500
 - Abschätzungen in der Theorie der Differentialgleichungen. In: Carathéodory, Constantin; u. a. (Hrsg.): *Mathematische Abhandlungen*. Hermann Amandus Schwarz zu seinem fünfzigjährigen Doktorjubiläum. Verlag Julius Springer, Berlin 1914, S. 116–132
 - Die mathematische Methode. Logisch erkenntnistheoretische Untersuchungen im Gebiete der Mathematik, Mechanik und Physik. Verlag Julius Springer, Berlin 1924
 - Über gewisse Hilfssätze der Potentialtheorie und das alternierende Verfahren von Schwarz. *Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.* 67(1925), S. 154–180
 - Der zweite Mittelwertsatz der Integralrechnung für komplexe Größen. *Math. Annalen* 100(1928), S. 438–444
 - Der indirekte Beweis in der Mathematik. *Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.* 81(1929), S. 201–216; Nachtrag. *Ebenda* 82(1930), S. 97–104
 - Ein Versuch im Gebiet der höheren Mächtigkeiten. *Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.* 82(1930), S. 83–96
 - Einige Sätze über die größten Ganzen. *Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.* 82(1930), S. 159–170
 - Zur Theorie der zahlentheoretischen Funktion $\mu(n)$. *Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.* 83(1931), S. 321–328
 - Axiome, empirische Gesetze und mathematische Konstruktionen. *Scientia. Rivista di Scienza. Organo internazionale di Sintesi scientifica.* 49(1931), S. 317–326
 - Über gewisse der Möbiusschen Funktion $\mu(n)$ verwandte zahlentheoretische Funktionen, die Dirichletsche Multiplikation und eine Verallgemeinerung

- der Umkehrungsformeln. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 85(1933), S. 3–28
- Leon Lichtenstein. Nachruf. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 86(1934), S. 307–314
 - Verallgemeinerung einer Formel von Hacks. Math. Zeitschr. 40(1935), S. 463–468
 - Über eine Verallgemeinerung der binomischen Formel. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 88(1936), S. 61–66
 - Zur Theorie der Kreisteilungsgleichung $K_m(x) = 0$. Prace Matematyczno-fizyczne 43(1936), S. 13–23
 - Über eine Darstellung der Eulerschen Konstanten. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 89(1937), S. 167–170
- Hoffmann, Dieter: Hans Euler (1909–1941). Phys. Blätter 49(1989), S. 382–384
- Hoffmann, Gerhard: Grenz-Elektrometrie und ihre Anwendung. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 92(1940), S. 133–138
- Über eine Methode zur Messung sehr kleiner Elektrizitätsmengen. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 93(1941), S. 40–42
 - Über den Nachweis von Kernzertrümmerungen der kosmischen Strahlung mit der Ionisationskammer. Zeitschr. f. Physik 119(1942), S. 35–42
- Hopf, Eberhard: Elementare Bemerkungen über die Lösungen partieller Differentialgleichungen zweiter Ordnung vom elliptischen Typus. Sitzungsber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin, Phys.-math. Kl. 1927, S. 147–152
- Über die Bedeutung der willkürlichen Funktionen für die Wahrscheinlichkeitstheorie. Jahresber. Deut. Math.-Verein. 46(1936), S. 179–195
 - Ein Verteilungsproblem bei dissipativen dynamischen Systemen. Math. Annalen 114(1937), S. 161–186
 - Ergodentheorie. Verlag Julius Springer, Berlin 1937 (Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete, Bd. 5, Heft 2)
 - Beweis des Mischungscharakters der geodätischen Strömung auf Flächen der Krümmung minus Eins und endlicher Oberfläche. Sitzungsber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin, Phys.-math. Kl. 1938, S. 333–344
 - Statistik der geodätischen Linien in Mannigfaltigkeiten negativer Krümmung. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 91(1939), S. 261–304; Statistik der Lösungen geodätischer Probleme vom unstabilen Typus. II. Math. Annalen 117(1940/41), S. 590–608
 - Ein allgemeiner Endlichkeitsatz der Hydrodynamik. Math. Annalen 117(1941), S. 764–775

- Abzweigung einer periodischen Lösung von einer stationären Lösung eines Differentialsystems. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 94(1942), S. 3–22
 - Statistical hydromechanics and functional calculus. Journal of rational mechanics and analysis 1(1952), S. 87–123
- Hopmann, Josef: Astronomische Kolorimetrie. Mit Beiträgen von B. Sticker. In: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen; Bd. VI: Geodäsie, Geophysik und Astronomie. Zweiter Teil: Astronomie, 2. Hälfte, redigiert von Karl Schwarzschild u. a., Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1922–1934, S. 769–829
- Beschreibung und Untersuchung eines visuellen Astrophotometers. Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 41, 1931, H. 4 (Der Gesamtband ist auf 1933 datiert.)
 - Photometrische und kolorimetrische Untersuchungen an ζ -Aurigae. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 85(1933), S. 117–138
 - Nachruf auf Julius Bauschinger. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 86(1934), S. 299–306
 - Photometrische Versuche am Orionnebel. Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 42, 1934, H. 2 (Der Gesamtband ist auf 1938 datiert.)
 - Kolorimetrisch-photometrische Untersuchungen. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 89(1937), S. 9–44
 - Statistik von 2200 visuellen Doppelsternen. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 93(1941), S. 161–182
 - Die Bestimmung der Systemkonstanten langperiodischer visueller Doppelsterne. Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-naturwiss. Kl., Bd. 43, 1945, H. 3
- Hopmann, Josef; Schaub, Werner: Das Sternsystem Zeta Aurigae. Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 42, 1936, H. 6 (Der Gesamtband ist auf 1938 datiert.)
- Hund, Friedrich: Bericht über die Bezeichnung von Linien und Termen in Atom- und Molekelspektren. Zeitschr. f. Astrophysik 2(1931), S. 217–242
- Zur Frage der chemischen Bindung. Zeitschr. f. Physik 73(1932), S. 1–30; II: Zum Verständnis der organischen Chemie. Ebenda, S. 565–577
 - Berechnung der Elektronenverteilung in einer zweiatomigen Molekel nach der Methode von Thomas und Fermi. Zeitschr. f. Physik 77(1932), S. 12–25
 - Zur Theorie der schwerflüchtigen nichtleitenden Atomgitter. Zeitschr. f. Physik 74(1932), S. 1–12
 - Allgemeine Quantenmechanik des Atom- und Molekelbaues. In: Geiger,

- Hans; Scheel, Karl (Hrsg.): Handbuch der Physik. Zweite Auflage. Bd. XXIV, 1. Teil: Quantentheorie, redigiert von A. Smekal. Verlag Julius Springer, Berlin 1933, S. 561–694
- Atome und Molekeln I. Die Physik in regelmäßigen Berichten 1(1933), S. 163–178; II. Ebenda 5(1937), S. 119–129
 - Über den Zusammenhang zwischen der Symmetrie eines Kristallgitters und den Zuständen seiner Elektronen. Zeitschr. f. Physik 99(1936), S. 119–136
 - Übersicht über das Verhalten von Materie bei sehr hohen Drucken und Temperaturen. Zeitschr. f. techn. Physik 17(1936), S. 427
 - Symmetrieeigenschaften der Kräfte in Atomkernen und Folgen für deren Zustände, insbesondere der Kerne bis zu sechzehn Teilchen. Zeitschr. f. Physik 105(1937), S. 202–228
 - Theoretische Erforschung der Kernkräfte. Phys. Zeitschr. 38(1937), S. 929–935
 - Rechnungen über das magnetische Verhalten von kleinen Metallstücken bei tiefen Temperaturen. Annalen der Physik 5. Ser., 32(1938), S. 102–114
 - Die chemische Kraft als Wirkung eines Materiefeldes. Annalen der Physik 5. Ser., 36(1939), S. 319–327
 - Materieerzeugung im anschaulichen und im gequantelten Wellenbild der Materie. Zeitschr. f. Physik 117(1941), S. 1–17
 - Über eine Symmetrieeigenschaft der Wellentheorie der Materie. Zeitschr. f. Physik 118(1941), S. 426–440
- Hund, Friedrich; Mrowka, Bernhard: Über die Zustände der Elektronen in einem Kristallgitter, insbesondere beim Diamant. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 87(1935), S. 185–206; Über die Zustände der Elektronen in einem Kristallgitter. II. Energiebänder in einfachen Gittern. Ebenda, S. 325–350
- Ilgauts, Hans-Joachim; Münzel, Gisela: Die Leipziger Universitätssternwarte auf der Pleißenburg und im Johannistal. Astronomische Schulen von Weltruf. Sax-Verlag, Beucha 1995
- Infeld, Leopold; van der Waerden, Bartel Leendert: Die Wellengleichung des Elektrons in der allgemeinen Relativitätstheorie. Sitzungsber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin, Phys.-math. Kl. 1933, S. 380–401. Berichtigung. Ebenda, S. 474
- Jacobs, Franz; Börngen, Michael: Zur Geschichte des Instituts für Geophysik und Geologie der Universität Leipzig. In: Neunhöfer, H.; u. a. (Hrsg.): Zur Geschichte der Geophysik in Deutschland. Jubiläumsschrift zur 75jährigen Wiederkehr der Gründung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft. Hamburg 1997, S. 65–71

- Jaffé, George: Zur Theorie der Ionisation in Kolonnen. *Annalen der Physik* 4. Folge, 42(1913), S. 303–344
- Über die Sättigungskurve bei Ionisation mit Alpha-Strahlen. *Phys. Zeitschr.* 15(1914), S. 353–360
 - Bemerkungen über die relativistischen Keplerellipsen. *Annalen der Physik* 4. Folge, 67(1922), S. 212–226
 - Grundriß einer Theorie des anisotropen Strahlungsfeldes. *Annalen der Physik* 4. Folge, 68(1922), S. 583–632; Teil II. *Ebenda* 70(1923), S. 457–479
 - «Ruhmasse» und «Masse der Bewegung» im statischen Gravitationsfeld. *Phys. Zeitschr.* 23(1922), S. 337–340
 - Zur Theorie des anisotropen Strahlungsfeldes. *Phys. Zeitschr.* 23(1922), S. 500–503
- Jahn, Hermann Arthur: Rotation und Schwingung des Methanmoleküls. *Annalen der Physik* 5. Folge, 23(1935), S. 529–556; auch separat erschienen; Verlag J. A. Barth Leipzig 1935
- Joos, Georg: *Lehrbuch der theoretischen Physik*. 2. Aufl., Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1934
- Jungnickel, Christa; McCormach, Russel: *The intellectual mastery of nature: theoretical physics from Ohm to Einstein*. 2 vols., University of Chicago Press, Chicago 1986
- Kaempff, Felix: Größe und Ursache der Doppelbrechung in Kundtschen Spiegeln und Erzeugung von Doppelbrechung in Metallspiegeln durch Zug. *Annalen der Physik* 4. Folge, 16(1905), S. 308–333
- Sättigungsströme in Selen. *Phys. Zeitschr.* 13(1912), S. 689–694
 - Über den Mechanismus der lichtelektrischen Leitfähigkeit. *Phys. Zeitschr.* 23(1922), S. 420–423
 - Herscheleffekt und Sensibilisierung mit Hilfe von Vorbelichtung. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Photographie* 45(1950), S. 165–173
- Karolus, August: Geleitwort. In: Schröter, Fritz (Hrsg.): *Handbuch der Bildtelegraphie und des Fernsehens. Grundlagen, Entwicklungsziele und Grenzen der elektrischen Bildfernübertragung*. Verlag Julius Springer, Berlin 1932, S. III
- Das Großbildproblem beim Fernsehen. In: Schröter, Fritz (Hrsg.): *Fernsehen. Die neuere Entwicklung insbesondere der deutschen Fernsehtechnik*. Verlag Julius Springer, Berlin 1937, S. 228–248
- Kirchner, Fritz: Elementumwandlung durch schnelle Wasserstoffkerne. *Ergebnisse der exakten Naturwiss.* 13(1934), S. 57–88
- Kirchner, Fritz; Lassen, Hans: Über eine neue Interferenzerscheinung beim

- Durchgang schneller Elektronen durch Kristalle. *Annalen der Physik* 5. Ser., 24(1935), S. 113–123
- Kirchner, Fritz; Neuert Hugo: Neutronen, Positronen, Deuteronen. *Archiv f. Elektrotechnik* 29(1935), S. 371–386
- Kleint, Christian: Leben und Wirken von Robert Döpel – Zum 100. Geburtstag von Robert Döpel. *Beiträge zur Geschichte von Technik und technischer Bildung: Schriftenreihe für historische Arbeitsergebnisse aus allen technischen Fachdisziplinen und angrenzenden Gebieten* 13(1995), S. 3–12
- Julius Edgar Lilienfeld: Life and Profession. *Progress in surface science* 57(1998), S. 253–327
- Kleint, Christian; Rechenberg, Helmut; Wiemers, Gerald (Hrsg.): Werner Heisenberg 1901–1976. *Beiträge, Berichte, Briefe. Festschrift zu seinem 100. Geburtstag. Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-naturwiss. Kl., Bd. 62*, 2005
- Kleint, Christian; Wiemers, Gerald (Hrsg.): Werner Heisenberg in Leipzig 1927–1945. *Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-naturwiss. Kl., Bd. 58*, 1993, H. 2
- Koebe, Paul: Über die Uniformisierung der algebraischen Kurven. I. *Math. Annalen* 67(1909), S. 145–224
- Lösung der Randwertaufgabe der Potentialtheorie für Kreisring, Ellipse und Rechteck mittels des Poissonschen Integrals. *Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.* 65(1913), S. 210–213
- Riemannsche Mannigfaltigkeiten und nichteuklidische Raumformen. I. *Sitzungsber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin* 1927, S. 164–196; II: Allgemeine und niedere Raumformen. *Ebenda*, 1928, S. 345–384; III: Elementarsynthese aller hyperbolischen Raumformen; besondere Behandlung einiger wichtiger Typen, Elementarmodelle und Konformmodelle. *Ebenda*, S. 385–442; IV: Verlauf geodätischer Linien. *Ebenda*, 1929, S. 414–457; V: Uniformisierbare singularitätenbehaftete Raumformen, Verlauf geodätischer Linien. *Quasihomotopie. Ebenda*, 1930, S. 304–364; VI: Elementarsynthese der allgemeinen singularitätenbehafteten Raumformen endlicher Signatur. *Ebenda*, S. 505–541; VII: Singularitätenbehaftete Absolutmessung Riemannscher Mannigfaltigkeiten. *Kontinuitätsmethode. Ebenda*, 1931, S. 506–534; VIII: Erweiterung der Aufbautheorie und der Metrisierungstheorie. *Konvexformen und Konkavformen. Ebenda*, 1932, 249–284
- Allgemeine Theorie der Riemannschen Mannigfaltigkeiten (Konforme Abbildung und Uniformisierung). (Preisschrift) *Acta Math.* 50(1927), S. 27–157
- Methoden der konformen Abbildung und Uniformisierung. *Atti Congresso Internat. Mat. Bologna* 3.-10. Settembre 1928, T. 3, Sez. I(C-D)-IV. Ed. N. Zanichelli, Bologna 1930, S. 195–203

- Hydrodynamische Potentialströmungen in mehrfach zusammenhängenden ebenen Bereichen im Zusammenhang mit der konformen Abbildung solcher Bereiche. (N-Decker-Strömung, N-Schaufel-Strömung, N-Gitter-Strömung.) Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 87(1935), S. 287–318
 - Iterationstheorie der niederen Uniformisierungsgrößen. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys.Kl. 89(1937), S. 173–204
 - Iterationstheorie der hyperbolischen Uniformisierungsgrößen vom Geschlecht null. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 91(1939), S. 135–192
 - Zur allgemeinen Iterationstheorie der Uniformisierung algebraischer Funktionen. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 93(1941), S. 43–66
- König, Robert: Konforme Abbildung der Oberfläche einer räumlichen Ecke. Math. Annalen 71(1911), S. 184–205
- Zur arithmetischen Theorie der auf einem algebraischen Gebilde existierenden Funktionen. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 63(1911), S. 348–368
 - Über die quadratischen Formen mit rationalen Funktionen als Koeffizienten. Monatshefte f. Math. u. Phys. 23(1912), S. 321–346
 - Über quadratische Formen und Zahlkörper sowie zwei Gruppensätze. Jahresber. Deut. Math.-Verein. 22(1913), S. 239–254
- Köstler, Margot: J. C. Poggendorffs biographisch-literarisches Handwörterbuch der exakten Naturwissenschaften. In: Penzlin, Heinz (Hrsg.): Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Geschichte ausgewählter Vorhaben. Verlag der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, in Kommission bei S. Hirzel, Stuttgart, Leipzig 1999, S. 59–69
- Kötzschke, Rudolf; Kretzschmar, Hellmut: Sächsische Geschichte. Werden und Wandlungen eines Deutschen Stammes und seiner Heimat im Rahmen der Deutschen Geschichte. 3. überarb. Aufl., Verlag W. Weidlich, Frankfurt am Main 1977
- Kühnau, Reiner: Paul Koebe und die Funktionentheorie. In: [Beckert/Schumann 1981], S. 183–194
- Lea, Elisabeth; Wiemers, Gerald: Professor für Theoretische Physik. Werner Heisenberg an der Universität Leipzig. In: [Kleint/Wiemers 1993], S. 181–215
- Lehmann, Dietmar: Döpels Arbeiten zur Atom- und Kernphysik. Beiträge zur Geschichte von Technik und technischer Bildung; Schriftenreihe für historische Arbeitsergebnisse aus allen technischen Fachdisziplinen und angrenzenden Gebieten 13(1995), S. 33–63
- Lehmann, Dietmar; Kleint, Christian: Das Leipziger Uranprojekt – einer der

Bausteine auf dem Wege zur technischen Anwendung der Kernenergie. Beiträge zur Geschichte von Technik und technischer Bildung: Schriftenreihe für historische Arbeitsergebnisse aus allen technischen Fachdisziplinen und angrenzenden Gebieten 6(1993), S. 3–141

Lettau, Heinz: Über die Periode freier Schwingungen von unvollständig abgeschlossenen Wassermassen (Mündungskorrektion bei Seiches). Gerlands Beiträge zur Geophysik 37(1932), S. 41–48

– Zur Berechnung des meridionalen Austauschcoeffizienten. Gerlands Beiträge zur Geophysik 39(1933), S. 426–430

– Groß-Austausch über Europa und dem Nordatlantik im Winter 1931. Gerlands Beiträge zur Geophysik 40(1933), S. 390–398

– Ausgewählte Probleme bei stehenden Wellen in Seen. Annalen der Hydrographie u. maritimen Meteorologie 62(1934), S. 13–20

– Über die unmittelbare Einwirkung atmosphärischer Kräfte auf die Erdkruste. Meteorologische Zeitschr. 54(1937), S. 453–457

– Lotschwankungen unter dem Einfluß von Gezeitenkräften und atmosphärischen Kräften. Gerlands Beiträge zur Geophysik 51(1937), S. 250–269

– Das Horizontaldoppelpendel. In: Weickmann, Ludwig (Hrsg.): Veröffentlichungen des Geophys. Instituts der Univ. Leipzig. 2. Ser., Bd. 10 (1938), Anhang 2, S. 83–142

– Atmosphärische Turbulenz. Akademische Verlagsgesell., Leipzig 1939

Lettau, Heinz; Schwerdtfeger, Werner: Vertikalaustausch in unmittelbarer Berechnung. Meteorologische Zeitschr. 50(1933), S. 47–51

– Untersuchungen über atmosphärische Turbulenz und Vertikalaustausch vom Freiballon aus. 1. Mitteilung. Meteorologische Zeitschr. 50(1933), S. 250–256; 2. Mitteilung. Ebenda 51(1934), S. 249–257; 3. Mitteilung. Ebenda 53(1936), S. 44–53

Levi, Friedrich: Abelsche Gruppen mit abzählbaren Elementen. Habilitationsschrift. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1917

– Streckenkomplexe auf Flächen. (I) Math. Zeitschr. 16(1923), S. 148–158; II Ebenda 22(1925), S. 45–61

– Über stetige periodische Kurven und geschlossene Kurven auf Flächen endlichen Zusammenhangs. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 75(1923), S. 127–131

– Geometrische Konfigurationen. Mit einer Einführung in die kombinatorische Flächentopologie. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1929

– Über repartitive Mengeneigenschaften. J. reine angew. Math. 161(1929), S. 101–106

- Levi, Friedrich; van der Waerden, Bartel Leendert: Über eine besondere Klasse von Gruppen. Abhandl. Math. Sem. Hansische Univ. Hamburg 9(1932), S. 154–158
- Lichtenstein, Leon: Untersuchungen über die Figur der Himmelskörper. Dritte Abhandlung: Ringförmige Gleichgewichtsfiguren ohne Zentralkörper. Math. Zeitschr. 13(1922), S. 82–118
- Neuere Entwicklung der Potentialtheorie. Konforme Abbildung. In: Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Zweiter Band in drei Teilen, dritter Teil erste Hälfte: Analysis. Redigiert von H. Burkhardt u. a., Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1909–1921, S. 177–377
 - Astronomie und Mathematik in ihrer Wechselwirkung. Mathematische Probleme in der Theorie der Figur der Himmelskörper. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1923. In: [Beckert/Purkert 1987], S. 147–185
 - Untersuchungen über die Figur der Himmelskörper. Vierte Abhandlung: Zur Maxwellschen Theorie der Saturnringe. Math. Zeitschr. 17(1923), S. 62–110
 - Untersuchungen über die Figur der Himmelskörper. Fünfte Abhandlung. Neue Beiträge zur Maxwellschen Theorie der Saturnringe. In: Probleme der Astronomie. Festschrift für Hugo v. Seeliger dem Forscher und Lehrer zum fünfundsiebzigsten Geburtstage. Redaktion Hans Kienle. Verlag Julius Springer, Berlin 1924, S. 200–227
 - Neuere Entwicklungen der Theorie partieller Differentialgleichungen zweiter Ordnung vom elliptischen Typus. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1924. Sonderausgabe aus: Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Zweiter Band in drei Teilen, dritter Teil zweite Hälfte: Analysis. Redigiert von H. Burkhardt u. a. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1923–1927, S. 1277–1334
 - Neue Beiträge zur Theorie der linearen partiellen Differentialgleichungen zweiter Ordnung vom elliptischen Typus. Math. Zeitschr. 20(1924), S. 194–212.
 - Über einige Existenzprobleme der Hydrodynamik homogener, unzusammendrückbarer, reibungsloser Flüssigkeiten und die Helmholtzschen Wirbelsätze. Math. Zeitschr. 23(1925), S. 89–154; Ergänzungen. Ebenda, S. 310–316
 - Über einige Hilfssätze der Potentialtheorie. I. Math. Zeitschr. 23(1925), S. 72–88; II. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 78(1926), S. 147–212; III. Ebenda S. 213–239; IV. Ebenda 82(1930), S. 265–344
 - Über einige Existenzprobleme der Hydrodynamik. Zweite Abhandlung. Nichthomogene, unzusammendrückbare, reibungslose Flüssigkeiten. Math. Zeitschr. 26(1927), S. 196–323
 - Über einige Existenzprobleme der Hydrodynamik. Dritte Abhandlung: Per-

- manente Bewegungen einer homogenen, inkompressiblen, zähen Flüssigkeit. *Math. Zeitschr.* 28(1928), S. 387–415
- Kosmogonische Untersuchungen. I: Eine aus zwei Einzelmassen, die einen Punkt gemeinsam haben, bestehende Gleichgewichtsfigur nichthomogener Flüssigkeit. *Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.* 80(1928), S. 35–68
 - Grundlagen der Hydromechanik. Verlag Julius Springer, Berlin 1929 (Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete, Bd. 30)
 - Über einige Existenzprobleme der Hydrodynamik. Vierte Abhandlung: Stetigkeitssätze. Eine Begründung der Helmholtz-Kirchhoffschen Theorie geradliniger Wirbelfäden. *Math. Zeitschr.* 32(1930), S. 608–640
 - Vorlesungen über einige Klassen nichtlinearer Integralgleichungen und Integro-Differentialgleichungen nebst Anwendungen. Verlag Julius Springer, Berlin 1931
 - Untersuchungen über Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten, deren Teilchen einander nach dem Newtonschen Gesetze anziehen. Dritte Abhandlung. Nichthomogene Flüssigkeiten. Figur der Erde. *Math. Zeitschr.* 36(1932) S. 481–562
 - Untersuchungen über die Gestalt der Himmelskörper. Sechste Abhandlung: Weitere Beiträge zur Maxwellschen Theorie der Saturnringe. *Annali della Reale Scuola Norm. Sup. di Pisa. Ser. Scienze fisiche e matematiche.* 2. Ser., 1(1932), S. 173–213
 - Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten. Verlag Julius Springer, Berlin 1933
 - Untersuchungen über die Gestalt der Himmelskörper. Siebente Abhandlung: Beiträge zur Maxwellschen Theorie der Saturnringe. Anfangswertproblem. *Math. Zeitschr.* 37(1933), S. 424–445
 - Zur Theorie der Gleichgewichtsfiguren homogener Flüssigkeiten. *Math. Zeitschr.* 39(1935), S. 639–648
 - Zur mathematischen Theorie der Gestalt des Weltmeeres. *Prace Matematyczno-fizyczne* 43(1936), S. 1–11
- Liebmann, Heinrich: Nichteuklidische Geometrie. Verlag G. J. Göschen, Leipzig 1905
- Über den Fundamentalsatz der Statik ebener Fachwerke. *Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.* 58(1906), S. 50–59
 - Zur nichteuklidischen Geometrie. *Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl.* 58(1906), S. 560–570

- Elementare Ableitung der nichteuklidischen Trigonometrie. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 59(1907), S. 187–210
 - Über die von C. Neumann betrachtete Ovalfläche, insbesondere über das logarithmische Potential derselben auf äussere Punkte. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 59(1907), S. 378–386
 - Über die Darstellung eines quellenfreien Vektorfeldes. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 60(1908), S. 176–189
 - Begründung der sphärischen Trigonometrie unabhängig vom Parallelenpostulat, verbunden mit neuer Begründung der hyperbolischen Geometrie. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 60(1908), S. 289–305
 - Vereinfachte Behandlung einiger Minimalprobleme von Tschebyscheff. Jahresber. Deut. Math.-Verein. 18(1909), S. 433–449
 - Äquitangential- und Isogonaltransformation der partiellen Differentialgleichungen D_{12} . Rendiconti Circolo Matematico Palermo 29(1910), S. 139–154
- Lilienfeld, Julius Edgar: Die Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum. (Die Doppelschicht im Auftreffpunkte der Kathodenstrahlen.) Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 69(1917), S. 45–56
- Zur Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum. (Eine neue Art des Elektronenübertritts ins Hochvakuum.) Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 72(1920), S. 31–47 (erschieden 1921)
 - Einiges Experimentelle zur autoelektronischen Entladung. Zeitschr. f. Physik 15(1923), S. 46–50
- Manin, Yuri I.: “Good proofs are proofs that make us wiser.” Interview with Yuri I. Manin by Martin Aigner and Vasco A. Schmidt. DMV-Mitteilg. 2/1998, S. 40–44
- Maruhn, Karl: Ein Beitrag zur mathematischen Theorie der Gestalt der Himmelskörper. Math. Zeitschr. 33(1931), S. 300–320
- Marx, Erich: Die Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen. Experimentaluntersuchungen. Abh. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 29, 1906, S. 443–491
- Zweite Durchführung der Geschwindigkeitsmessung der Röntgenstrahlen. Experimentaluntersuchungen. Abh. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 32, 1913, S. 79–159
 - Elektrizitätsleitung in Gasen. In: Korschelt, Eugen; u. a. (Hrsg.): Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 3. Bd.: Ei und Eibildung – Fluoreszenz, Fischer Verlag, Jena 1913, S. 364–379
 - Die Quadratwurzelgesetze der Alkaliflammen und die Theorie der Flammenleitung. Annalen der Physik 4. Folge, 50(1916), S. 521–554

- Flammenleitung. In: Marx, Erich (Hrsg.): Handbuch der Radiologie. Bd. 4: Kanalstrahlen und Ionisation bei hohen Temperaturen. Akad. Verlagsgesell., Leipzig 1917, S. 603–782
 - Die Dimension der Einsteinschen Lichtquanten. Zeitschr. f. Physik 27(1924), S. 248–253
 - Elektrizitätsleitung, Ladungszahl, Beweglichkeit und thermische Ionisation in Flammgasen. Annalen der Physik 4. Folge, 76(1925), S. 737–784
 - Reaktionskonstanten, Verweilzeiten, Rekombinationen und Wechselzahlen in Flammgasen und die Sättigungsspannungen der Charakteristik. Annalen der Physik 4. Folge, 81(1926), S. 454–492
 - Über einen neuen lichtelektrischen Effekt an Alkalizellen. Die Naturwissenschaften 17(1929), S. 806–807
 - On a new photoelectric effect in alkali cells. Physical Reviews 2. Ser., 35(1930), S. 1059–1065
- Marx, Erich; Meyer, Herbert: Theorie des Rückgeffektes des Grenzpotentials bei Zustrahlung geringerer Frequenz des einfallenden Lichtes. Physik. Zeitschr. 32(1931), S. 153–163
- Mashaal, Maurice: Bourbaki: a secret society of mathematicians. Translated from the French by Anna Pierrehumbert. American Mathematical Society, Providence, RI, 2006
- Mayer, Adolph: Über den Hilbertschen Unabhängigkeitssatz in der Theorie des Maximums und Minimums der einfachen Integrale. Zweite Mitteilung. Math. Ann. 62(1906), S. 335–350 (Die Arbeit vereinigt die gleichnamige Publikation in Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 57(1906), S. 49–67 mit der ebenda erschienen nachträglichen Bemerkung S. 313–315.)
- Möbius, Willy: Zur Theorie des Regenbogens und ihrer experimentellen Prüfung. Abh. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 30, 1909, S. 105–256
- Über die Dispersion von Wasser und Äthylalkohol zwischen 7 und 35 mm Wellenlänge und Vorversuche zur Verwendung noch kürzerer elektrischer Wellen. Annalen der Physik 62(1920), S. 293–322
 - Optik der Atmosphäre. In: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Sechster Band, erster Teil: Geodäsie und Geophysik. Redigiert von Ph. Furtwängler und E. Wiechert. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1906–1925, S. 497–540
 - Der Torsionsmodul des Nickels bei höheren Temperaturen unter gleichzeitiger Magnetisierung. Physik. Zeitschr. 33(1932), S. 411–417; Teil II. Ebenda 35(1934), S. 806–811

- Naumann, Alexander: Ludwig Schiller. Zeitschr. angew. Math. u. Mech. 22(1942), S. 368
- Naumann, Hans; Schiller, Karl: Zonenbeobachtungen der Anhaltssterne für die Wiederholung des A.G.-Kataloges an der Universitätssternwarte Leipzig. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 90(1938), S. 25–46
- Neder, Ludwig: Konvergenzdefekte der Potenzreihen stetiger Funktionen auf dem Rande des Konvergenzkreises. Math. Zeitschr. 6(1920), S. 262–269
- Über Gebiete gleichmässiger Konvergenz Dirichletscher Reihen. Math. Zeitschr. 15(1922), 286–290
 - Über die Lage der Konvergenzabszissen einer Dirichletschen Reihe zur Beschränktheitsabszisse ihrer Summe. Arkiv för matematik, astronomi och fysik 16(1922), Nr. 20, 15 S.
 - Zum Konvergenzproblem der Dirichletschen Reihen beschränkter Funktionen. Math. Zeitschr. 14(1922), S. 149–158
 - Über das Wachstum analytischer Funktionen in Halbstreifen und ähnlichen Gebieten. Math. Zeitschr. 17(1923), S. 130–143
 - Über Taubersche Bedingungen. Proc. Lond. Math. Soc. (2) 23(1924), S. 172–184
- Neuenschwander, Erwin: Felix Hausdorffs letzte Lebensjahre nach Dokumenten aus dem Bessel-Hagen-Nachlaß. In: Brieskorn, Egbert (Hrsg.): Felix Hausdorff zum Gedächtnis. Bd. I: Aspekte seines Lebens. Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesell., Braunschweig, Wiesbaden 1996, S. 253–270
- Neumann, Carl: Beiträge zu einzelnen Theilen der mathematischen Physik, insbesondere zur Elektrodynamik und Hydrodynamik, Elektrostatik und magnetischen Induction. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1893
- Über das Logarithmische Potential. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl. 58(1906), S. 483–559
 - Über das logarithmische Potential einer gewissen Ovalfläche. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl. 59(1907), S. 278–312
 - Über das logarithmische Potential einer gewissen Ovalfläche. Zweite Abhandlung. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl. 60(1908), S. 53–56; Dritte Abhandlung. Ebenda, S. 241–247
 - Einige Äußerungen C. G. J. Jacobis über die Prinzipien der analytischen Mechanik. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl. 60(1908), S. 80–84
 - Zur Theorie des logarithmischen Potentials. Aufsatz I. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl. 61(1909), S. 156–170
 - Über den Körper Alpha. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl. 62(1910), S. 69–86; Nachtrag. Ebenda, S. 383–385

- Zur Theorie des logarithmischen Potentials. Aufsatz VIII. (Über die Fourierschen Reihen.) Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl. 63(1911), S. 407–419
 - Zur Theorie des logarithmischen Potentials. Aufsatz IX. (Über die Fourierschen Reihen.) Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl. 64(1912), S. 115–119
 - Einige elementare Sätze über periodische Funktionen. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl. 64(1912), S. 120–143
 - Zur Theorie des logarithmischen Potentials. Aufsatz X. (Die Kreisbogenaufgabe.) Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl. 64(1912), S. 273–339; Aufsatz XI. (Fortsetzung des Aufsatzes X.) Ebenda, S. 340–398
 - Über die Dirichletsche Theorie der Fourierschen Reihen. Abh. Königl. Sächs. Gesell. Wiss., Math.-phys. Kl., Bd. 33, 1917, S. 115–194. (Die Abhandlung erschien als Nummer 2 des Gesamtbandes bereits 1914.)
 - Beiträge zum Studium der Randwertaufgaben. Abh. Sächs. Akad. Wiss., Math.-phys. Kl., Bd. 35, 1920, S. I-XVIII u. 369–720
- Nipperdey, Thomas: Deutsche Geschichte 1866–1918. Erster Band: Arbeitswelt und Bürgergeist. Verlag C. H. Beck, München 1990
- Otte, Michael; Hensel, Susann; Ihmig, Karl-Norbert: Mathematik und Technik im 19. Jahrhundert in Deutschland: soziale Auseinandersetzung und philosophische Problematik. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1989 (Studien zur Wissenschafts-, Sozial- und Bildungsgeschichte, Bd. 6)
- Parak, Michael: Hochschule und Wissenschaft in zwei deutschen Diktaturen: Elitenaustausch an sächsischen Hochschulen 1933–1952. Verlag Böhlau, Köln u. a. 2004
- Penrose, Roger: Mathematical physics in the 20th and 21st centuries. DMV-Mitteilg. 2/1998, S. 56–64
- Pinl, Maximilian: Kollegen in einer dunklen Zeit. I. Jahresber. Deut. Math.-Verein. 71(1969), S. 167–228; II. Ebenda 72(1971), S. 165–189; III. Ebenda 73(1971/72), S. 153–208;
- Pinl, Maximilian; Dick, Auguste: Kollegen in einer dunklen Zeit. Schluß. Jahresber. Deut. Math.-Verein. 75(1974), S. 166–208; Nachtrag und Berichtigung. Ebenda 77(1975/76), S. 161–164
- Planck, Max: Physikalische Abhandlungen und Vorträge. Bd. III. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1958
- Plotkin, Jacob M. (Hrsg.): Hausdorff on ordered sets. American Mathematical Society, Providence (R.I.) 2005 (History of mathematics, vol. 25)
- Przeworska-Rolewicz, Danuta: Leon Lichtenstein (1878–1933). On 125th anni-

- versary of his birthday and 70th anniversary of his death. In: Wieslaw, Witold (Hrsg.): European mathematics in the last centuries. Stefan Banach Int. Math. Center, Inst. of Math., Wroclaw University, Wroclaw 2005, S. 99–122
- Pulte, Helmut: Axiomatik und Empirie: eine wissenschaftstheoriegeschichtliche Untersuchung zur mathematischen Naturphilosophie von Newton bis Neumann. Wissenschaftliche Buchgesell., Darmstadt 2005
- Purkert, Walter: Kommentar zu [H 1901a] (= Hausdorff, Felix: Beiträge zur Wahrscheinlichkeitsrechnung. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-Phys. Kl. 53(1901), S. 152–178). In: [Hausdorff 2002], Bd. V, S. 556–590
- Rechenberg, Helmut: Die Theorie der Atomkerne in Leipzig (1930–1942). In: [Kleint/Wiemers 1993], S. 30–52
- Reichardt, Hans: Konstruktion von Zahlkörpern mit gegebener Galoisgruppe von Primzahlpotenzordnung. J. reine angew. Math. 177(1937), S. 1–5
 – Über die Diophantische Gleichung $ax^4 + bx^2y^2 + cy^4 = ez^2$. Math. Annalen 117(1940), S. 235–276
- Richter, Hans: Über die Lösbarkeit einiger nicht-Abelscher Einbettungsprobleme. Math. Annalen 112(1936), S. 69–84
 – Über die Lösbarkeit des Einbettungsproblems für Abelsche Zahlkörper. Math. Annalen 112(1936), S. 700–726
 – Die Konvergenz der Erneuerungsfunktion. Blätter f. Vers.-Math. u. verw. Gebiete 5(1940), S. 21–35
 – Untersuchungen zum Erneuerungsproblem. Math. Annalen 118(1941), S. 145–194
 – Zur Ausgleichung der Beobachtungsreihen. Monatshefte f. Math. u. Physik 50(1941), S. 14–26
 – Bestimmung der ausgleichenden Messungslinie. I, II. Zeitschr. f. Vermessungswesen 71(1942), S. 7–20, S. 60–67
- Riemann, Bernhard; Weber, Heinrich: Die partiellen Differential-Gleichungen der mathematischen Physik. Nach Riemanns Vorlesungen in vierter Auflage neu bearbeitet von Heinrich Weber. Bd. 1, 4. Aufl., Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1900
- Rinne, Friedrich: Beiträge zur Kenntnis der Kristall-Röntgenogramme. Erste Mitteilung. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 66(1915), S. 303–340
- Rohn, Karl: Konstruktion der ebenen Kurve 3. Ordnung aus 9 beliebigen Punkten mit Hülfe des Lineals. Jahresber. Deut. Math. Verein. 16(1907), S. 265–270
 – Das Schliessungsproblem von Poncelet und eine gewisse Erweiterung. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 60(1908), S. 94–131

- Die Maximalzahl von Ovalen bei einer Fläche vierter Ordnung. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 63(1911), S. 423–440
 - Der Flächenbüschel zweiten Grades im S_n und gewisse $(n + 1)$ -Fläche. Math. Annalen 70(1911), S. 266–293
 - Das Schliessungsproblem von Poncelet und einige Erweiterungen. Jahresber. Deut. Math.-Verein. 22(1913), S. 330–340
 - Die Maximalzahl und Anordnung der Ovale bei der ebenen Kurve sechster Ordnung und bei der Fläche vierter Ordnung. Math. Annalen 73(1913), S. 177–229
- Rohn, Karl; Berzolari, Luigi: Algebraische Raumkurven und abwickelbare Flächen. In: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Dritter Band in drei Teilen: Geometrie, Zweiter Band. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1921–1928, S. 1229–1436
- Rohn, Karl; Papperitz, Erwin: Lehrbuch der darstellenden Geometrie. Dritte umgearbeitete Auflage in drei Bänden. Bd. I. Orthogonalprojektion. Vielfläche. Perspektivität ebener Figuren. Kurven. Zylinder. Kugel. Kegel. Rotations- und Schraubenflächen. Bd. II. Axonometrie. Perspektive. Beleuchtungslehre. Bd. III. Kegelschnitte. Flächen zweiten Grades. Regel-, abwickelbare und andere Flächen. Verlag Veit & Co., Leipzig 1906
- Schappacher, Norbert: A historical sketch of B. L. van der Waerden's work on algebraic geometry 1926–1946. In: Gray, Jeremy J.; Parshall, Karen H. (eds.): Episodes in the history of modern algebra (1800–1950). American Mathematical Society, Providence, RI 2007, S. 245–284
- Scharlau, Winfried: Kommentar zu [H(ausdorff) 1906a]. In: [Hausdorff, Werke Bd. IV, 2001], S. 461–465
- Scheibner, Wilhelm: Beiträge zur Theorie der linearen Transformationen als Einleitung in die algebraische Invariantentheorie. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1907
- Schiller, Ludwig: Untersuchungen über laminare und turbulente Strömung. Verlag des Vereins deutscher Ingenieure (VDI), Berlin 1922; Springer Verlagsbuchhandlung, Berlin 1922 (Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, H. 248)
- Das Turbulenzproblem und verwandte Fragen. Phys. Zeitschr. 26(1925), S. 566–595
 - (Hrsg.): Hydro- und Aerodynamik. 4 Teile. (Handbuch der Experimentalphysik. Hrsg. von Wilhelm Wien und Friedrich Harms. Bd. IV), Akad. Verlagsgesell., Leipzig 1930–1932
 - The Engler viscometer and the theory of laminar flow at the entrance of a tube. J. of Rheology 3(1932), S. 212–216

- Mechanik der Flüssigkeiten und Gase. 2. Teil. Physik in regelmäßigen Berichten 5(1937), S. 63–86
 - Arbeiten der Abteilung für angewandte Mechanik und Thermodynamik beim Physikalischen Institut der Universität Leipzig. Forschungen auf dem Gebiet des Ingenieurwesens 10(1939), S. 246–247
 - Messung von thermischen Konvektionsströmungen und Wärmeübergang an einer quadratischen Platte. Wärme- und Kältetechnik 43(1941), S. 6–12
- Schiller, Ludwig; Naumann, Alexander: Über die grundlegenden Berechnungen bei der Schwerkraftaufbereitung. Zeitschr. VDI 77(1933), S. 318–320
- Mechanik der Flüssigkeiten und Gase. Physik in regelmäßigen Berichten 1(1933), S. 101–122
- Schlote, Karl-Heinz: Zur Entwicklung der mathematischen Physik in Leipzig (I)
- Der Beginn der Neumannschen Ära. NTM Internat. Schriftenreihe Gesch. u. Ethik Naturwiss. Techn. Med. N. S., 9(2001), S. 229–245
 - Zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Leipzig in der Zeit von 1830 bis 1904/05. Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-naturwiss. Kl., Bd. 63, 2004, H. 1
 - Carl Neumanns Forschungen zur Potentialtheorie. Centaurus 46(2004), S. 99–32
 - B.L. van der Waerden, Moderne Algebra, first edition (1930–1931). In: Grattan-Guinness, Ivor (ed.): Landmark writings in western mathematics. Verlag Elsevier, Amsterdam u. a. 2005, S. 901–916
- Schmidt, Harry: Über die erzwungenen Schwingungen eines linearen harmonischen Oszillators. Zeitschr. f. Physik 42(1927), S. 43–59
- Über den Begriff der erzwungenen Schwingung. Zeitschr. f. Physik 44(1927), S. 113–117
 - Über das Auftreten von Eigenschwingungen bei erzwungenen Bewegungen eines linearen harmonischen Oszillators. Zeitschr. f. Physik 50(1927), S. 153–160
 - Aerodynamik des Fluges. Eine Einführung in die mathematische Tragflächentheorie. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin 1929
 - Zur Dynamik der Saiten und Seile. I: Plötzliche Belastungsänderungen. Zeitschr. f. Physik 59(1929), S. 117–131; II: Bewegliche Belastungen. Ebenda 60(1930), S. 269–283; III: Plötzliche Bremsung beweglicher Belastungen. Ebenda, S. 702–711; IV. Ebenda 62(1930), S. 696–711
 - Theorie der Biegungsschwingungen frei aufliegender Rechteckplatten unter dem Einfluss beweglicher, zeitlich periodisch veränderlicher Belastungen. Ingenieur-Archiv 2(1931), S. 449–471

- Biegung der frei aufliegenden Rechteckplatte mit statischer rechteckig beandeter Lastverteilung. Zeitschr. f. Physik 68(1931), S. 423–432
 - Einführung in die Theorie der Wellengleichung. Verlag J. A. Barth, Leipzig 1931
 - Zur Statik eingespannter Rechteckplatten. Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. 12(1932), S. 142–151
 - Schwingungen kontinuierlicher Systeme und Wellenvorgänge. In: Handbuch der Experimentalphysik. Hrsg. von Wilhelm Wien und Friedrich Harms. Bd. 17, Teil 1: Schwingungs- und Wellenlehre, Ultraschallwellen. Akad. Verlagsgesell., Leipzig 1934, S. 175–460
 - Einführung in die Vektor- und Tensorrechnung unter besonderer Berücksichtigung ihrer physikalischen Bedeutung. Verlag M. Jänecke, Leipzig 1935
 - Strenge Lösungen zur Prandtlschen Theorie der tragenden Linie. Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. 17(1937), S. 101–116
- Schmidt, Hermann: Robert König. Bayer. Akad. Wiss., Jahrbuch 1981, München 1981, S. 253–261
- Schnee, Walter: Die Funktionalgleichung der Zetafunktion und der Dirichlet-schen Reihen mit periodischen Koeffizienten. Math. Zeitschr. 31(1930), S. 378–390
- Scholl, Hermann: Theorie der elektrostatischen Meßinstrumente. Helios. Fachzeitschrift für Elektrotechnik 17(1911), S. 285–291, 303–306
- Scholl, Hermann: Elektrodynamik. In: Korschelt, Eugen; u. a. (Hrsg.): Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. 3: Ei und Eibildung – Fluoreszenz. G. Fischer, Jena 1913, S. 408–428
- Schweber, Silvan S.: The empiricist temper regnant: Theoretical physics in the United States 1920–1950. Historical Studies in phys. science 17(1986), S. 55–98
- Scriba, Christoph J.: Bartel Leendert van der Waerden (2. Februar 1903–12. Januar 1996). Berichte zur Wissenschaftsgesch. 19(1997), S. 245–251
- Siegmund-Schultze, Reinhard: Der Strukturwandel in der Mathematik um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert, untersucht am Beispiel der Entstehung der ersten Begriffsbildungen der Funktionalanalysis. Martin-Luther-Universität Halle, Math.-Naturwiss. Fak., Diss. A, 1978
- Die Anfänge der Funktionalanalysis und ihr Platz im Umwälzungsprozeß der Mathematik um 1900. Archive Hist. Exact Sci. 26(1982), S. 13–71
 - Mathematiker auf der Flucht vor Hitler: Quellen und Studien zur Emigration einer Wissenschaft. Deutsche Mathematiker-Vereinigung, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesell., Braunschweig, Wiesbaden 1998 (Dokumente zur Geschichte der Mathematik, Bd. 10)

- Soifer, Alexander: In search of van der Waerden, Leipzig and Amsterdam, 1931–1951. Part I: Leipzig. *Geombinatorics* XIV (1) (2004), S. 21–40; Part II: Amsterdam, 1945. *Ebenda* XIV (2) (2004), S. 72–102; Part III: Amsterdam 1946–1951. *Ebenda* XIV (3) (2005), S. 124–161
- Sommerfeld; Arnold: *Atombau und Spektrallinien*. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1919
- Stern, A. W.: The role of mathematics in modern theoretical physics. In: *Atti del Congresso Internazionale dei Matematici*. Bologna 3–10 Settembre 1928, T. VI, Bolgna 1928, S. 409–414
- Sverdrup, Harald Ulrik: Vilhelm Bjerknes in Memoriam. *Tellus. A quarterly journal of geographics* 3(1951), S. 217–221
- Thiele, Ernst-Jochen; Eichhorn, Eugen (Hrsg.): *Vorlesungen zum Gedenken an Felix Hausdorff*. Heldermann Verlag, Berlin 1994 (Berliner Studienreihe zur Mathematik, Bd. 5)
- Thirring, Hans: Ziele und Methoden der theoretischen Physik. *Die Naturwissenschaften* 9(1921), S. 1023–1028
- Tietze, Heinrich: Gustav Herglotz. *Bayer. Akad. Wiss., Jahrbuch* 1953, München 1954, S. 188–194
- Tomonaga, Shin-ichirô: Innere Reibung und Wärmeleitfähigkeit der Kernmaterie. *Zeitschr. f. Physik* 110(1938), S. 573–604
- Vafa, Cumrun: On the future of mathematics/physics interaction. In: Arnold, Vladimir; et. al. (eds.): *Mathematics: Frontiers and Perspectives*. International Mathematical Union, American Mathematical Society, o. O. 2000, S. 321–328
- van der Waerden, Bartel Leendert: *Spinoranalyse*. *Nachrichten Gesell. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl.* 1929, S. 100–109.
- *Moderne Algebra*. Unter Benutzung von Vorlesungen von E. Artin und E. Noether. 2 Bde. Verlag Julius Springer, Berlin 1930/31 (Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete, Bde. 23, 24)
 - *Die gruppentheoretische Methode in der Quantenmechanik*. Verlag Julius Springer, Berlin 1932 (Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete, Bd. 36)
 - *Stetigkeitssätze für halbeinfache Liesche Gruppen*. *Math. Zeitschr.* 36(1933), S. 780–786
 - *Die Klassifikation der einfachen Lieschen Gruppen*. *Math. Zeitschr.* 37(1933), S. 446–462
 - *Empirische Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten und physiologische Kon-*

- zentrationauswertung. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 87(1935), S. 353–364
- Gruppen von linearen Transformationen. Verlag Julius Springer, Berlin 1935 (Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete, Bd. 4, Nr. 2)
 - Messung von Wahrscheinlichkeiten, insbesondere Mortalität von Krankheiten, Operationen usw. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 88(1936), S. 21–30
 - Otto Hölder. Nachruf. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 90(1938), S. 97–102
 - Vertrauensgrenzen für unbekannte Wahrscheinlichkeiten. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 91(1939), S. 213–228
 - Einführung in die algebraische Geometrie. Verlag Julius Springer, Berlin 1939
 - Die lange Reichweite der regelmässigen Atomanordnung in Mischkristallen. Zeitschr. f. Physik 118(1941/42), S. 473–488
 - Das χ^2 -Kriterium in der mathematischen Statistik. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 95(1943), S. 91–110
 - «Meine Göttinger Lehrjahre». Mit einem Nachwort von Peter Roquette. DMV-Mitteilg. 1997, H. 2, S. 20–27
- Watanabe, Satoshi: Über die Art der Abweichung der leichten Atomkerne vom Hartree-Oszillatormodell. Zeitschr. f. Physik 112(1939), S. 159–198
- Über die Anwendung thermodynamischer Begriffe auf den Normalzustand des Atomkerns. Zeitschr. f. Physik 113(1939), S. 482–513
- Weber, J; Schaub, W; Naumann, H: Beobachtungen auf der Leipziger Sternwarte zur Erosopposition 1930/31. Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 42, 1938, H. 4
- Weickmann, Ludwig: Wellen im Luftmeer. Neuere Untersuchungen über Gesetzmässigkeiten im Gange und in der Verteilung des Luftdrucks. Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 39, 1927, H. 2
- Nachruf auf Otto Wiener. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 79(1927), S. 107–123
- Weiszäcker, Carl Friedrich von: Über die Spinabhängigkeit der Kernkräfte. Zeitschr. f. Physik 102(1936), S. 572–602
- Die Atomkerne. Grundlagen und Anwendungen ihrer Theorie. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1937
- Wenger, Rudolf: Über den Einfluß der Instrumentalfehler auf die synoptische Darstellung aerologischer Simultanaufstiege. In: Bjerknæs, Vilhelm (Hrsg.):

- Veröffentlichungen des Geophys. Instituts der Univ. Leipzig. 2. Ser., Bd. 1 (1913/15), S. 1–16
- Über methodische Fehler der aerologischen Beobachtungen. In: Bjercknes, Wilhelm (Hrsg.): Veröffentlichungen des Geophys. Instituts der Univ. Leipzig. 2. Ser., Bd. 1 (1913/15), S. 217–240
- Wentzel, Gregor: Zur Theorie des photoelektrischen Effekts. Zeitschr. f. Physik 40(1927), S. 574–589
- Über die Richtungsverteilung der Photoelektronen. Zeitschr. f. Physik 41(1927), S. 828–832
 - Zur Theorie des Comptoneffekts. Zeitschrift f. Physik 43(1927), S. 1–8; II. Ebenda, S. 779–787
 - Über den Rückstoß beim Comptoneffekt am Wasserstoffatom. Zeitschr. f. Physik 58(1929), S. 348–367
- Weyl, Hermann: Gruppentheorie und Quantenmechanik. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1928
- Wiemers, Gerald: Werner Heisenberg in der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Zur Genesis der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse. In: [Kleint/Wiemers 1993], S. 216–237
- Karl Lambrecht und die staatlichen Forschungsinstitute. In: Neues Archiv für sächsische Geschichte. Hrsg. von Karlheinz Blaschke. Bd. 64(1994), S. 141–150
- Wien, Wilhelm: Ziele und Methoden der theoretischen Physik. Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik 12(1915), S. 241–259
- Theodor Des Coudres. Phys. Zeitschr. 28(1927), S. 129–135
- Wiener, Norbert; Hopf, Eberhard: Über eine Klasse singulärer Integralgleichungen. Sitzungsber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin, Phys.-math. Kl. 1931, S. 696–706
- Wiener, Otto: Das neue physikalische Institut der Universität Leipzig und Geschichtliches. Phys. Zeitschr. 7(1906), S. 1–14
- Der Zusammenhang zwischen den Angaben der Reflexionsbeobachtungen bei Metallen und ihren optischen Konstanten. Abh. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 30, 1909, S. 491–555
 - Zur Theorie der Refraktionskonstanten. Ber. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 62(1910), S. 256–277
 - Vogelflug, Luftfahrt und Zukunft. Deutsche Revue 36(1911), S. 32–59
 - Die Theorie des Mischkörpers für das Feld der stationären Strömung. Erste Abhandlung: Die Mittelwertsätze für Kraft, Polarisation und Energie. Abh. Königl. Sächs. Gesell. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 32, 1913, S. 491–555

- Entwicklung der Wellenlehre des Lichtes. In: Hinneberg, Paul (Hrsg.): Die Kultur der Gegenwart. Ihre Entwicklung und Ziele. Dritter Teil: Mathematik, Naturwissenschaften, Medizin. Dritte Abteilung: Anorganische Naturwissenschaften. Erster Band: Physik unter Redaktion von Emil Warburg. Verlag B. G. Teubner, Leipzig, Berlin 1915, S. 517–574
 - Physik und Kulturentwicklung durch technische und wissenschaftliche Erweiterung der menschlichen Naturanlagen. Verlag B. G. Teubner, Leipzig, Berlin 1919
 - Die streckenweise Berechnung der Geschößflugbahnen. Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 36, 1920, S. 1–66
 - Das Grundgesetz der Natur und die Erhaltung der absoluten Geschwindigkeit. Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 38, 1921, H. 4
 - Die mathematische Fassung des Grundgesetzes. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 75(1923), S. 132–143
 - Die allgemeinen Voraussetzungen für die Ableitung des Grundgesetzes. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 76(1924), S. 170–175
 - Schwingungen elastischer Art im kräftefreien Strömungsäther. Physik. Zeitschr. 25(1924), S. 552–559
 - Zur Theorie des Strömungsäthers. Physik. Zeitschr. 26(1925), S. 76–81
 - Nachruf auf Theodor Des Coudres. Ber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl., Bd. 78, 1926, S. 358–370
 - Die physikalischen Grundlagen des Weltbildes. In: Schmidt, Carl W. (Hrsg.): Natur und Mensch. Die Naturwissenschaften und ihre Anwendungen. Bd. 4: Die angewandten Naturwissenschaften. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin, Leipzig 1931, S. 1–113
- Wigner, Eugene: Gruppentheorie und ihre Anwendung auf die Quantenmechanik der Atomspektren. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn AG, Braunschweig 1931
- Windsch, Wolfgang; Franke, Martin: 1927–1945: Blütezeit und Niedergang der Leipziger Physikalischen Institute. Wiss. Zeitschrift Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math.-Naturwiss. Reihe 34(1985), H. 1, S. 30–42
- Wolibner, Witold: Un théorème sur l'existence du mouvement plan d'un fluide parait, homogène, incompressible, pendant un temps infiniment long. Math. Zeitschr. 37(1933), S. 698–726
- Zinner, Ernst: Bruns, Ernst Heinrich. In: Neue Deutsche Biographie. Bd. 2, Verlag Duncker & Humblot, Berlin 1971, S. 688
- Bauschinger, Julius. In: Neue Deutsche Biographie. Bd. 1, Verlag Duncker & Humblot, Berlin 1971, S. 674f.

Archivalien

Universitätsarchiv Leipzig (UAL)

Protokolle des Rektorats über die in den Senatssitzungen gefaßten Beschlüsse
1898–1910, Nr. 1 (Film 182)

Protokoll der Philosophischen Fakultät Bd. IV, Nr. 85, 1900–1908

Protokoll der Philosophischen Fakultät Bd. V, Nr. 86, 1908–1913

Protokoll der Philosophischen Fakultät Bd. VI, Nr. 87, 1913–1919

Protokoll der Philosophischen Fakultät Bd. VII, Nr. 88, 1919–1928

Phil. Fak. Nr. 93a, Protokoll der math.-naturwiss. Abteilung der Philosophi-
schen Fakultät

Phil. Fak., Mathematische Institut 1886–1950, B1 14²³, Bd.1

Phil. Fak., Institut für Versicherungswissenschaft, 1912–1945, B1 14⁴⁶

Phil. Fak., Dozentenakten im Allgemeinen/akademischer Nachwuchsmangel,
A2/ 20⁰⁴, Bd. 4

Phil. Fak., Materielle Situation der math.-naturwiss. Abteilung 1945, B 1/11,
Bd. 2

Phil. Fak., Forschungsinstitute (1911–1941), B 1/13, Bd. 1

Phil. Fak., Das Mathematische Institut (1886–1943), B 1/14: 23, Bd. 1

Universitäts-Rentamt, Betr. Die Begründung eines Instituts für Versicherungs-
wissenschaft, Arbeits- und Steuerrecht und Auslandskunde 1912, Nr. 1616

PA 6 (Personalakte Hund)

PA 12 (Personalakte Hopmann)

PA 27 (Personalakte Döpel)

PA 70 (Personalakte van der Waerden)

PA 88 (Personalakte Kaempff)

PA 89 (Personalakte Karolus)

PA 115 (Personalakte P. Koebe)

PA 136 (Personalakte Hoffmann)

PA 200 (Personalakte Magnus)

PA 214 (Personalakte Meyrich)

PA 219 (Personalakte Möbius)

PA 237 (Personalakte H. Richter)

PA 254 (Personalakte L. Schiller)

- PA 290 (Personalakte Bauschinger)
PA 319 (Personalakte V. Bjercknes)
PA 321 (Personalakte W. Blaschke)
PA 323 (Personalakte Bloch)
PA 358 (Personalakte Bruns)
PA 395 (Personalakte Dahms)
PA 398 (Personalakte P. Debye)
PA 410 (Personalakte Th. Des Coudres)
PA 472 (Personalakte Fredenhagen)
PA 524 (Personalakte A. Haas)
PA 546 (Personalakte Haurwitz)
PA 547 (Personalakte Hausdorff)
PA 550 (Personalakte Hayn)
PA 560 (Personalakte W. Heisenberg)
PA 566 (Personalakte G. Herglotz)
PA 583 (Personalakte O. Hölder)
PA 591 (Personalakte E. Hopf)
PA 602 (Personalakte Jaffé)
PA 630 (Personalakte Kirchner)
PA 646 (Personalakte König)
PA 687 (Personalakte Lettau)
PA 689 (Personalakte Levi)
PA 692 (Personalakte Lichtenstein)
PA 694 (Personalakte Liebmann)
PA 695 (Personalakte Lilienfeld)
PA 718 (Personalakte Marx)
PA 772 (Personalakte Neder)
PA 774 (Personalakte C. Neumann)
PA 809 (Personalakte Pilowski)
PA 837 (Personalakte Reichardt)
PA 861 (Personalakte Rohn)
PA 916 (Personalakte Schaefer)
PA 917 (Personalakte Schall)

- PA 919 (Personalakte Schaum)
 PA 938 (Personalakte H. Schmidt)
 PA 942 (Personalakte W. Schnee)
 PA 947 (Personalakte Scholl)
 PA 1033 (Personalakte L. Weickmann)
 PA 1050 (Personalakte Wenger)
 PA 1051 (Personalakte Wentzel)
 PA 1064 (Personalakte O. Wiener)
 PA 1183 (Personalakte E. Hölder)
 PA 1190 (Personalakte F. Burkhardt)
 PA 1767 (Personalakte Sandig)
 PA 2292 (Personalakte Estel)
 PA 2294 (Personalakte H. Euler)
 PA 2454 (Personalakte J. Weber)
 PA 2795 (Personalakte P. Mildner)
 PA 2872 (Personalakte Naumann)
 PA 6080 (Personalakte Lohmann)
 PA 6090 (Personalakte Schaub)

Rektorwechsel an der Universität Leipzig am 31. Oktober 1919. Rede des abtretenden Rektors Dr. Rudolf Kittel

Universitätsbibliothek Leipzig, Handschriftenabteilung (UBL)

Nachlass 96 (Nachlass Otto Wiener)

Sächsisches Hauptstaatsarchiv Dresden (SächsHStA)

Ministerium für Volksbildung:

- Nr. 10016/38: Akten die statistischen Nachrichten von der Universität Leipzig betr., 1910 – 1914/15
 Nr. 10044/27: Akten betr. Sparmaßnahmen im Hochschulwesen, Bd. II, 1932 – 1935
 Nr. 10147/30: Akten das physikalische Institut bei der Universität Leipzig betr., III, 1904 – 1914
 Nr. 10147/32: Akten das theoretisch-physikalische Institut bei der Universität Leipzig betr.

- Nr. 10183/31: Akten betr. Ausbau der Universität Leipzig, Math.-naturwiss. Abteilung der Philosophischen Fakultät. Beilagenheft III, 1940
- Nr. 10210/8: Akten, die Ersetzung der außerordentlichen Professoren bei der Philosophischen Fakultät zu Leipzig betr., Vol. VIII, 1886 – 1934
- Nr. 10210/18: Akten, die Ersetzung der ordentlichen Professoren bei der Philosophischen Fakultät zu Leipzig betr., Vol. X, 1899 – 1936
- Nr. 10217/3: Akten die Privatdozenten der Philosophie betr., III, 1911 – 1934
- Nr. 10229/1: Mathematisches Institut der Universität Leipzig, II, 1927 – 1939
- Nr. 10230/27: Physikalisches Institut der Universität Leipzig, III, 1929 – 1939
- Nr. 10230/44: Besetzung der ord. Professur für Mathematik, Nachf.: Lichtenstein/Dr. Hopf, Bd. 1, 1933 – 1937
- Nr. 10230/50: Besetzung des ord. Lehrstuhls für Experimentalphysik. Nachfolge Debye/Dr. Hoffmann, Bd. II, 1935 – 1937
- Nr. 10280/1: Akten Kriegsmaßnahmen 1914/18 betr., Bd. II, 1914 – 1918
- Nr. 10281/113: Acta den Prof. Dr. Heinrich Bruns in Leipzig betr., 1881 – 1931
- Nr. 10281/164: Akta den nichtplanmäßigen a.o. Professor Dr. phil. Friedrich Hayn, I. Observator a. d. Univ.-Sternwarte betr., 1920 – 1942
- Nr. 10281/256: Acta den Prof. Dr. Karl Rohn in Leipzig, (dann am Polytechnikum zu Dresden) betr., 1884 – 1927

Bundesarchiv Berlin-Lichterfelde (BArch)

Reichsministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung (R 4901)

- Nr. 1910 Die wissenschaftliche Assistenten bei der Universität Leipzig, Bd. 1, Okt. 1934 – Dez. 1937;
- Nr. 1911 Die wissenschaftliche Assistenten bei der Universität Leipzig, Bd. 2, Jan. 1938 – Dez. 1940
- Nr. 12768 Über den jüdischen Geist in der Physik. Korrespondenz des Staatssekretärs Zschintsch, Bd. 3 Schreiben und Vorlagen an Reichsminister Rust 1936 – 1945
- Nr. 12866 Amt W, Aufrechterhaltung von Lehrstühlen mit geringer Hörerzahl 1938 – 1939
- Nr. 13233 Politische und fachliche Gutachten 1934 – 1938
- Nr. 13305 Personenbezogene Restunterlagen (1943 – 1945) Heb – Hep
- Nr. 13827 Kriegsmaßnahmen, insbes. Verlagerung und Stilllegung von Hochschulen und Fakultäten, Einschränkung des Lehrbetriebs im Rahmen des totalen Kriegseinsatzes, Bombenschäden, Jan. 1944 – Okt. 1944

Nr. 13941 Studium der Mathematik. Gesuche Sept./Okt. 1942

Diverses/Reichserziehungsministerium, Personal- und Berufungsakten Felix Burkhardt (Film DS/A 12)

Diverses/Reichserziehungsministerium, Personal- und Berufungsakten Peter Debye (Film DS/A 14)

Diverses/Reichserziehungsministerium, Personal- und Berufungsakten Robert Döpel (Film DS/A 16)

Diverses/Reichserziehungsministerium, Personal- und Berufungsakten Karl Pilowski (Film DS/A 51)

Staatsarchiv Hamburg

StA Hamburg, 361 – 6 Hochschulwesen, Personalakten I 128, Bd. 3

Deutsches Museum München, Archiv

NL 089 (Nachlass Sommerfeld)

Abbildungsverzeichnis

2.1	Planck (Universitätsarchiv Leipzig)	11
2.2	Bohr (Universitätsarchiv Leipzig)	16
2.3	Sommerfeld (Universitätsarchiv Leipzig)	17
2.4	Titelblatt Relativitätstheorie (Bibliothek, Physikalisches Institut Leipzig)	27
3.1	Fredenhagen (Universitätsarchiv Leipzig)	37
3.2	von Öttingen (Archiv, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig)	39
3.3	Fedderson (Universitätsarchiv Leipzig)	41
3.4	Mathematisches Institut (Universitätsarchiv Leipzig)	48
3.5	Herglotz (Universitätsarchiv Leipzig)	50
4.1	Marx (Universitätsarchiv Leipzig)	65
4.2	Scholl (Universitätsarchiv Leipzig)	66
4.3	Jaffé (Universitätsarchiv Leipzig)	72
4.4	Wentzel (Archiv, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig)	76
4.5	Bjerknes (Universitätsarchiv Leipzig)	82
4.6	Peter (Universitätsarchiv Leipzig)	88
4.7	Hayn (Universitätsarchiv Leipzig)	91
4.8	Schnee (Archiv, Mathematisches Institut Leipzig)	93
4.9	Lichtenstein (Archiv, Mathematisches Institut Leipzig)	97
6.1	Wiener (Archiv, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig)	123
6.2	Des Coudres (Archiv, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig)	131
6.3	Lilienfeld (Universitätsarchiv Leipzig)	139
6.4	Karolus (Universitätsarchiv Leipzig)	141

6.5	Haas (Universitätsarchiv Leipzig)	146
6.6	Weickmann (Universitätsarchiv Leipzig)	154
6.7	Neumann (Archiv, Mathematisches Institut Leipzig)	157
6.8	Rohn (Archiv, Mathematisches Institut Leipzig)	163
6.9	Mayer (Archiv, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig)	165
6.10	Hausdorff (Archiv, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig)	177
6.11	Liebmann (Universitätsarchiv Leipzig)	179
6.12	Blaschke (Archiv, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig)	183
6.13	Bruns (Archiv, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig)	188
6.14	Sternwarte (Universitätsarchiv Leipzig)	191
7.1	Hund (Universitätsarchiv Leipzig)	207
7.2	Bloch (Universitätsarchiv Leipzig)	210
7.3	Sack (Universitätsarchiv Leipzig)	212
7.4	Kirchner (Universitätsarchiv Leipzig)	217
7.5	Heisenberg (Universitätsarchiv Leipzig)	227
7.6	Physikalisches Institut zerstört (Universitätsarchiv Leipzig)	232
7.7	Polarfahrt Weickmann (Universitätsarchiv Leipzig)	234
7.8	Geophysikalisches Observatorium Collm (Universitätsar- chiv Leipzig)	235
7.9	Lettau, Weickmann (Universitätsarchiv Leipzig)	236
7.10	van der Waerden (Archiv, Mathematisches Institut Leipzig) .	241
7.11	Levi (Universitätsarchiv Leipzig)	244
7.12	Schmidt (Universitätsarchiv Leipzig)	247
7.13	Hopf (Universitätsarchiv Leipzig)	252
7.14	Reichardt (Universitätsarchiv Leipzig)	256
7.15	Koebe (Archiv, Mathematisches Institut Leipzig)	260
7.16	Burkhardt (Universitätsarchiv Leipzig)	265
7.17	Bauschinger (Universitätsarchiv Leipzig)	266
7.18	Hopmann (Universitätsarchiv Leipzig)	268
7.19	Wintner (Universitätsarchiv Leipzig)	269
7.20	Pilowski (Universitätsarchiv Leipzig)	275

9.1	Pauli (Universitätsarchiv Leipzig)	294
9.2	Born (Universitätsarchiv Leipzig)	301
9.3	Heisenberg (Archiv, Mathematisches Institut Leipzig)	305
9.4	Bagge (Universitätsarchiv Leipzig)	309
9.5	Debye (Universitätsarchiv Leipzig)	318
9.6	Schiller (Universitätsarchiv Leipzig)	323
9.7	Kaempf (Universitätsarchiv Leipzig)	325
9.8	Hoffmann (Universitätsarchiv Leipzig)	328
9.9	Döpel (Universitätsarchiv Leipzig)	331
9.10	Titelblatt Hydrodynamik (Bibliothek, Mathematisches Institut Leipzig)	336
9.11	E. Hölder (Archiv, Mathematisches Institut Leipzig)	343
9.12	Titelblatt Gruppentheorie und Quantenmechanik (Bibliothek, Mathematisches Institut Leipzig)	352
9.13	O. Hölder (Archiv, Mathematisches Institut Leipzig)	359
9.14	Richter (Universitätsarchiv Leipzig)	367

Personenverzeichnis

A

- Amundsen, Roald Engelbregt
(1872–1928) 83
- Anderson, Carl David (1905–1991)
306
- Anderson, Oskar Johann Viktor
(1887–1960) 264
- Arrhenius, Svante (1859–1927) 65
- Artin, Emil (1898–1962) 8, 238 f.
- Assmann (Aßmann), Richard
(1845–1918) 44
- Aston, Francis William (1877–1945)
146

B

- Bachér, Franz Hermann Theodor
Nils (1894–1987) 218
- Baer, Reinhold (1902–1979) 362 f.
- Bagge, Erich Rudolf (1912–1996)
230, 308
- Banach, Stefan (1892–1945) 7
- Bauschinger, Julius (1860–1934)
73, 76, 89 f., 95, 98 f., 105, 189 f.,
192, 266 f.
- Beck, Guido (1903–1988) 204, 209,
295 f.
- Becker, Richard (1887–1955) 67
- Beckmann, Ernst (1853–1923) 50
- Behnke, Heinrich Adolph Louis
(1898–1979) 239
- Berve, Helmut (1896–1979) 225,
261
- Berzolari, Luigi (1863–1949) 163
- Bethe, Hans Albrecht (1906–2005)
211, 297, 299
- Beuthe, Hermann (1897-nach 1947)
226
- Bhabha, Homi Jehangir
(1909–1966) 304
- Bieberbach, Ludwig (1886–1982)
95 f.
- Bjerknes, Vilhelm Friman Koren
(1862–1951) 44, 46, 82–86,
110, 114 f., 130, 151 ff., 192 f.,
332
- Blackwell, David Harold (geb. 1919)
366
- Blaschke, Wilhelm (1888–1962)
92, 95 f., 105, 182 ff., 238 f.
- Bliss, Gilbert Ames (1876–1951)
345
- Bloch, Felix (1905–1983) 204,
209 ff., 222, 284, 287, 294
- Boerner, Hermann (1906–1982)
345
- Bohr, Niels (1885–1962) 11, 14 ff.,
18, 61, 75, 145, 202, 293 f., 296
- Boltzmann, Ludwig Eduard (1844–
1906) 2, 20, 30, 122
- Bolza, Oskar (1857–1942) 50
- Borel, Émile (1871–1956) 9

- Born, Max (1882–1970) 18, 75,
78 f., 81, 119, 166, 201, 293 f.,
300
- Bothe, Walther Wilhelm Georg
Franz (1891–1957) 219 ff.
- Bragg, William Henry (1862–1942)
19
- Bragg, William Lawrence
(1890–1971) 19
- Brillouin, Léon Nicolas
(1889–1969) 319
- Brillouin, Marcel (1854–1948) 13
- Brödel, Walter Christian
(1911–1997) 255 f., 258, 364
- Broek, Jan Abraham van den
(1885–1959) 19
- Bruns, Heinrich (1848–1919) 44,
46, 49, 51, 55, 88–91, 106, 129,
187 ff., 192, 267
- Burger, Hermann Carel
(1893–1965) 136
- Burkhardt, Georg Hermann Felix
(1888–1973) 264 f., 364 f., 370
- Burkhardt, Heinrich Friedrich Karl
Ludwig (1861–1914) 50, 290
- C**
- Carathéodory, Constantin
(1873–1950) 50, 94, 254, 345,
347
- Carleman, Torsten (1892–1949)
249
- Carlson, Chester Floyd (1906–1968)
304
- Cartan, Élie Joseph (1869–1951) 8,
356
- Cartan, Henri Paul (geb. 1904) 200
- Casimir, Hendrik Brugt Gerhard
(1909–2000) 356
- Chadwick, Sir James (1891–1974)
202, 296
- Chevalley, Claude (1909–1984)
200
- Chinčin, Aleksandr Jakovlevič
(1894–1959) 9, 198
- Courant, Richard (1888–1972) 75,
92 f., 118, 253, 376
- Cremer, Hubert Heinrich Max Au-
gust (1897–1983) 181
- Czuber, Emanuel (1851–1925)
365
- D**
- Dahms, Albert (1872–?) 34, 110,
115 ff.
- Debye, Peter Joseph William
(1884–1966) 17, 19, 79 ff., 150,
192, 203 f., 207–210, 212–219,
221, 230, 234, 237, 240, 267, 310,
316–320, 327, 331, 335, 381, 383
- Defant, Albert Joseph Maria (1884–
1974) 86
- Delsarte, Jean (1903–1968) 200
- Des Coudres, Theodor (1862–1926)
34–38, 40, 48, 57, 63 f., 69,
72–78, 83, 86, 99 f., 108, 110,
112, 114 ff., 121, 131 ff., 145,
192, 209, 246, 380
- Deuring, Max Friedrich
(1907–1984) 255, 363
- Dieudonné, Jean (1906–1994) 200
- Dirac, Paul Adrien Maurice
(1902–1984) 18, 201, 208,
223, 295, 298, 300, 311, 315, 351,
353, 376
- Döpel, Georg Robert (1895–1982)
221 f., 229, 231 ff., 282 f., 286 f.,
329 ff.
- Döpel, Klara Renate (geb. Mannß)
(1900–1945) 330
- Dolch, Heinrich Moritz (Heimo)
(1912–1984) 298 f.

Doob, Joseph Leo (1910–2004)
198, 366
Drucker, Carl (1876–1959) 110
Du Bois-Reymond, Paul
(1831–1889) 176

E

Ehrenfest, Paul (1880–1933) 240,
351
Ehresmann, Charles (1905–1979)
200
Einstein, Albert (1879–1955) 10,
12 f., 20, 25, 65, 75, 107, 119,
125, 130, 136, 148, 150, 167, 184,
190, 226, 267
Engel, Friedrich (1861–1941) 49,
51
Epstein, Paul (1883–1966) 17
Estel, Ernst (1919–?) 233
Eucken, Arnold Thomas
(1884–1950) 13 f., 208
Euler, Hans (1909–1941) 222 ff.,
230, 300, 302–305, 308

F

Faber, Georg (1877–1966) 98 f.
Falkenhagen, Hans Eduard
Wilhelm (1895–1971) 204,
208, 316
Feddersen, Wilhelm (1832–1918)
39 f., 192
Feenberg, Eugene (1906–1977)
303
Feller, William (1906–1970) 366
Fermi, Enrico (1901–1954) 202,
208, 297 f., 301, 306, 308, 317
Fischer, Christian (1916–2004)
233, 275
Fischer, Otto (1861–1916) 113, 192

Fleischmann, Arthur Rudolf
Wilhelm (1903–2002) 221
Flügge, Siegfried W. (1912–1997)
298 f.
Fock, Vladimir Aleksandrovič
(1898–1974) 351
Föppl, August (1854–1924) 179
Försterling, Karl (1885–1960) 71
Fraenkel, Abraham (1891–1965)
8, 161
Franck, James (1882–1964) 18, 119
Fréchet, Maurice (1878–1973) 7
Fredenhagen, Carl (1877–1949)
34–38, 67 f., 73, 76, 108, 110 ff.,
116 f., 137 f., 147
Friedrich August III., König von
Sachsen (1865–1932) 31
Friedrich, Walter (1883–1968) 19
Friedrichs, Kurt Otto (1901–1982)
250
Füchtbauer, Christian (1877–1959)
37, 63, 110, 112

G

Geiger, Hans (1882–1945) 219 ff.,
267
Gentner, Wolfgang (1906–1980)
221 f.
Georg, König von Sachsen
(1832–1904) 31
Geppert, Harald (1902–1945) 251
Gerlach, Walther (1889–1979)
219 ff.
Gibbs, Josiah Willard (1839–1903)
179
Goldmann, Alexander (1884–1971)
62
Gordon, Walter (1893–1939) 205 f.
Graetz, Leo (1856–1941) 119
Grönblom, Berndt Olof
(1913–1941) 302

- Große, Walter (1894–1973) 263 f.
 Güntzel-Lingner, Robert Adolf Ullrich (1914–1979) 369
 Guthnick, Paul (1879–1947) 90, 267
- H**
- Haas, Arthur Erich (1884–1941) 14 f., 25, 40 ff., 107–112, 116 f., 119 f. 145–148, 150, 380
 Haas, Wander Johannes de (1878–1960) 319
 Hahn, Otto (1879–1968) 202, 229, 330
 Hamel, Georg Karl Wilhelm (1877–1954) 95, 246, 248
 Hanle, Wilhelm (1901–1993) 221
 Hantzsch, Arthur (1857–1935) 109
 Harzer, Paul (1857–1932) 89
 Haupt, Otto (1887–1988) 246, 248 f., 251
 Haurwitz, Bernhard (1905–1986) 234 f., 284, 286, 332 ff.
 Hausdorff, Felix (1868–1942) 7, 47, 51 f., 175–178, 180, 188, 192
 Hayn, Friedrich (1863–1928) 88, 90, 271
 Hecke, Erich (1887–1947) 98
 Heinz, Rudolf Johann Peter (1900–1960) 258 f.
 Heisenberg, Werner (1901–1976) 18 f., 74 f., 78, 81, 100, 119, 150, 203 f., 206, 208–211, 214–220, 222–228, 230 f., 234, 237, 250, 267, 278–282, 284, 286 f., 293–301, 303–307, 309 f., 314, 316, 324, 329 ff., 335, 350, 357, 370, 379, 381, 383
 Heitler, Walter Heinrich (1904–1981) 205, 294, 304
 Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand von (1821–1894) 127, 333
 Hensel, Kurt (1861–1941) 50
 Herglotz, Gustav (1881–1953) 50 f., 53 ff., 69, 90, 94 ff., 98 ff., 104 ff., 166–170, 175, 186, 192, 335, 373 f.
 Hertz, Gustav (1887–1975) 18
 Hertz, Heinrich Rudolf (1857–1894) 29, 125, 156
 Hesselberg, Theodor (1885–1966) 82 f.
 Hessenberg, Gerhard (1874–1925) 95 f.
 Heun, Karl Ludwig Wilhelm Max (1859–1929) 347
 Hilb, Emil (1882–1929) 174
 Hilbert, David (1862–1943) 6, 54, 119, 150, 164, 171, 177, 181
 Himmler, Heinrich (1900–1945) 227
 Hölder, Ernst (1901–1990) 241 f., 253–256, 258, 289 f., 340, 342–347, 350, 374
 Hölder, Otto (1859–1937) 40, 47, 54 f., 59 f., 69, 73, 93 ff., 99, 104 f., 159–162, 192, 238, 240, 266 f., 289, 350, 358 ff., 382
 Hoffmann, Gerhard (1880–1945) 219–222, 229, 231 f., 271, 327 ff.
 Hopf, Eberhard (1902–1983) 199, 250–254, 257–261, 289 f., 347 ff., 374
 Hopmann, Josef (1890–1975) 210, 234, 258, 267–275, 368 f.
 Hückel, Erich Armand Arthur Joseph (1896–1980) 205, 316
 Hund, Friedrich (1896–1997) 119, 150, 205 f., 208 ff., 214 f., 220, 225, 227 f., 231 ff., 237, 250, 267, 278–284, 286 ff., 294, 302 f.,

309–316, 335, 350, 357, 383
 Huntington, Edward Vermilye
 (1874–1952) 362
 Huygens, Christiaan (1629–1695)
 172

I

Infeld, Leopold (1898–1968) 351,
 353
 Iwanenko, Dmitrij Dmitrievič
 (1904–1994) 19

J

Jaffé, George (1880–1965) 35, 63 f.,
 71–75, 78, 108–117, 120, 145,
 148 ff., 380
 Jahn, Hermann Arthur (1907–1979)
 353
 Joliot-Curie, Irène (1897–1956)
 202
 Joliot-Curie, Jean (1900–1958)
 202
 Joos, Georg (1894–1959) 26
 Jordan, Pascual Ernst Wilhelm
 (1902–1980) 18, 295

K

Kaempff, Felix (1877–1976) 111,
 113, 116, 140 f., 283, 324
 Kamke, Erich Willi Hermann
 (1890–1961) 246
 Kappos, Demetrios Andreas (1904–
 1985) 256, 259 f.
 Kármán, Theodor von (1881–1963)
 75
 Karolus, August (1893–1972)
 77 f., 113, 117, 140 ff., 192, 209,
 213 f., 233, 321

Kienle, Hans (1895–1975) 267,
 271, 273
 Kirchner, Fritz Franz (1896–1967)
 214 ff., 221, 280, 283, 324, 327
 Kittel, Rudolf (1853–1929) 58
 Klein, Christian Felix (1849–1925)
 118
 Kneser, Adolf (1862–1930) 49
 Kneser, Hellmuth (1898–1973)
 251
 Knipping, Paul (1883–1935) 19
 Koebe, Paul (1882–1945) 53 ff., 92,
 98 f., 104 f., 180 f., 192, 210, 216,
 229, 238, 241 f., 246, 248–251,
 255, 257–261, 267, 269 f., 289 f.,
 358, 360 f., 364
 König, Robert Johann Maria (1885–
 1979) 54, 92, 180 ff.
 Kohlrausch, Friedrich Wilhelm Ge-
 org (1840–1910) 137, 316
 Kolmogorov, Andrej Nikolaevič
 (1903–1987) 9, 198
 Kommerell, Karl (1871–1962) 96
 Kossel, Walther (1888–1956) 17,
 208
 Kottler, Friedrich (1886–1965) 71
 Kowalewski, Gerhard (1876–1950)
 98
 Kraus, Werner (1910–1965) 323
 Kulenkampff, Helmuth
 (1895–1971) 219 f.
 Kunze, Julius Paul (1897–1986)
 214
 Kurosch (Kuroš), Aleksandr Genna-
 dievič (1908–1971) 362

L

Lagally, Max Otto (1881–1945)
 250
 Lambrecht, Karl (1856–1915) 40,
 61

- Lammert, Luise Charlotte
(1887–1946) 85
- Langevin, Paul (1872–1946) 149
- Lassen, Hans (1897–1974) 327
- Laue, Max von (1879–1960) 19,
75, 119, 138, 150, 166, 224, 226,
267
- Lauterbach, Robert (1915–1995)
273
- Le Blanc, Max (1865–1943) 35,
214, 267, 370
- Lebesgue, Henri Léon (1875–1941)
6, 348
- Leray, Jean (1906–1998) 349
- Lettau, Heinz Helmut Max
(1909–2005) 235 f., 283 f.,
332 ff.
- Levi, Friedrich Wilhelm
(1888–1966) 93 f., 98, 100,
105, 185, 225, 241, 243 f., 362 f.
- Levi-Civita, Tullio (1873–1941) 8
- Lévy, Paul Pierre (1886–1971) 198
- Lichtenecker, Karl (1882–1947)
128
- Lichtenstein, Leon (1878–1939)
67, 69, 73 ff., 92 f., 95–100,
105 f., 156, 170–175, 186, 192,
234, 238, 240 ff., 245, 247 ff.,
251, 253, 267, 269 f., 289 ff., 335,
337–342, 344, 347, 350, 374,
382 f.
- Liebmann, Karl Otto Heinrich
(1874–1939) 48, 52, 105 f.,
175, 178 ff., 192
- Lilienfeld, J. Edgar (1882–1963)
35 f., 111 f., 138 ff., 192
- Ljapunov, Aleksandr Michajlovič
(1857–1918) 172, 342
- Lohmann, Heinrich Werner (1911–
1983) 272
- London, Fritz Wolfgang
(1900–1954) 208, 294
- Lorentz, Hendrik Antoon
(1853–1928) 12 f., 65, 130
- Lorey, Wilhelm (1873–1955) 290
- ## M
- Mach, Ernst (1838–1916) 42
- Magnus, Alfred (1880–1960) 282,
286 f.
- Mandelbrojt, Szolem (1899–1983)
200
- Maruhn, Karl Peter Heinrich
(1904–1976) 340 f.
- Marx, Erich (1874–1956) 34, 36,
57, 64 f., 108–114, 116 f.,
133–137, 192, 205 f., 209–214,
282 f., 287, 320, 327
- Mayer, Adolph (1839–1908) 47 ff.,
104 f., 164 f., 192
- Meidell, Birger Øivind (1882–1958)
264
- Meitner, Lise (1878–1968) 119,
202, 296, 330
- Meyer, Adolf Eduard Herbert
(1903–1963) 320
- Meyer, Franz (1856–1934) 165
- Meyrich, Carl (1892–1981) 264,
290
- Mie, Gustav Adolf Feodor Wilhelm
Ludwig (1868–1957) 78
- Mildner, Paul (1897–1976) 237
- Minkowski, Hermann (1864–1908)
8
- Mises, Richard von (1883–1953)
9, 95 f., 118
- Möbius, Alfred Willy (1879–1964)
110 ff., 116, 140, 142 f., 281 ff.,
286 f., 324
- Möbius, August Ferdinand (1790–
1868) 99, 165, 287
- Morse, Harold Calvin Marston
(1892–1977) 345

Moseley, Henry Gwyn Jeffreys
(1887 – 1915) 18 f.

Mrowka, Bernhard (1907 – 1973)
313

Müller, Friedrich Horst
(1907 – 1986) 230

Müller, Wilhelm Carl Gottlieb
(1880 – 1968) 227

N

Naumann, Georg Alexander (1905 –
1983) 322

Naumann, Hans Willy (1883 – 1953)
88, 273, 275, 370

Neddermeyer, Seth Henry
(1907 – 1988) 306

Neder, Ludwig (1890 – 1960) 98 ff.,
105, 185

Nernst, Walther Friedrich Hermann
(1864 – 1941) 12, 20, 75, 119,
138

Neuert, Hugo (1912 – 1989) 327

Neumann, Carl (1832 – 1925) 47 ff.,
53, 99 f., 104 ff., 127 f., 156–159,
167 f., 175, 178 f., 186, 192, 373

Neumann, John (Janos) von (1903 –
1957) 201, 357

Newton, Isaac (1642 – 1727) 172

Neymann, Jerzy (1894 – 1981) 198

Noell, Friedrich (1881 – 1967) 67

Noether, Amalie Emmy
(1882 – 1935) 8, 255, 357, 363

O

Oettingen, Arthur von (1836 – 1920)
34, 39, 114 ff., 192

Oppenheimer, Julius Robert (1904 –
1967) 304

Ornstein, Leonard Salomon (1880 –
1941) 136

Ostwald, Wilhelm (1853 – 1932) 35

P

Papperitz, Johannes Erwin (1857 –
1938) 164

Pauli, Wolfgang (1900 – 1958) 74 f.,
78, 81, 295, 301, 351, 353

Peierls, Sir Rudolf Ernst
(1907 – 1995) 297

Peter, Bruno (1853 – 1911) 88, 90

Pilowski, Karl (1905 – 1991)
271–274

Planck, Max (1858 – 1947) 10, 13 f.,
119, 130, 147, 224

Poincaré, Henri (1854 – 1912) 13,
172, 180, 339 f., 343, 349

Pose, Heinz Ferdinand Hermann
(1905 – 1975) 214

Prager, Richard (1883 – 1945) 267

Prandtl, Ludwig (1875 – 1953) 20,
68, 119, 143, 324, 326

R

Rabe, Wilhelm Friedrich Carl
(1893 – 1958) 369

Radon, Johann Karl August (1887 –
1956) 239, 345

Reichardt, Hans (1908 – 1991)
255 f., 258 f., 364

Reid, William Thomas (1907 – 1977)
345

Richter, Hans Werner (1912 – 1978)
256 ff., 264 f., 365 f.

Riemann, Bernhard (1826 – 1866)
179, 184

Riesz, Frigyes (Frédéric)
(1880 – 1956) 6

Rinne, Friedrich Wilhelm Berthold
(1863 – 1933) 95, 138, 267

- Rohn, Karl (1855–1920) 47 ff., 54 f.,
94 ff., 162, 164, 192
- Rossby, Carl-Gustaf Arvid
(1898–1957) 235
- Rubinowicz, Wojciech (Adalbert)
(1889–1974) 17
- Ruhland, Wilhelm (Willy) Otto Eu-
gen (1878–1960) 267
- Runge, Carl David Tolmé
(1856–1927) 94, 118
- Rust, Bernhard (1883–1945) 219
- Rutherford, Ernest (1871–1937)
14 f., 18
- S**
- Sack, Heinrich Samuel (1903–1972)
204, 211 f., 320
- Saha, Meghnad (1894–1956) 135
- Salkowski, Erich (1881–1943) 164
- Sandig, Hans-Ullrich (1909–1979)
272 f.
- Schaefer, Konrad (1874–1922)
109
- Schall, Carl Johann Friedrich
(1856–1939) 57
- Schaub, Werner (1901–1959) 270,
369 f.
- Schaum, Ferdinand Karl Franz
(1870–1947) 111
- Scheibner, Wilhelm (1826–1908)
47 ff., 51, 164 ff., 192
- Scherrer, Paul Hermann
(1890–1969) 19
- Schiller, Walter Ludwig Christian
(1882–1961) 68, 75–78, 111,
114 ff., 140, 143 f., 192, 205 f.,
209, 213 f., 233 f., 283–286,
321 f., 324
- Schmaltz, Georg Friedrich Eckard
(1862–?) 41 f.
- Schmeidler, Werner (1890–1969)
251
- Schmidt, Carl Walther (1892–1946)
128
- Schmidt, Erhard (1876–1959) 6,
326, 338 f., 345
- Schmidt, John Harry (1894–1951)
114, 116, 246–249, 254, 282–285,
324 ff.
- Schmidt, Wilhelm Mathäus (1883–
1936) 86
- Schnee, Walter (1885–1958) 92 f.,
104 f., 184 f., 289, 361
- Scholl, Hermann (1872–1923) 34,
36, 65, 68, 77, 113, 115 ff., 137
- Schottky, Walter (1886–1976) 71
- Schouten, Jan Arnoldus
(1883–1971) 356
- Schrödinger, Erwin (1887–1961)
11, 18, 78 f., 81, 226, 310, 351
- Schulz, Günther (1903–1962)
264
- Schur, Friedrich (1856–1932)
167
- Schwarz, Hermann Amandus
(1843–1921) 161, 180
- Schwarzschild, Karl (1873–1916)
17
- Schwerdtfeger, Werner (1909–1985)
334
- Sears, Francis Weston (1898–1975)
319
- Seifert, Karl Johannes Herbert
(1907–1996) 252 f.
- Slater, John Clark (1900–1976)
303
- Smekal, Adolph Gustav Stephan
(1895–1959) 311
- Solvay, Ernest (1838–1922) 12
- Sommerfeld, Arnold (1868–1951)
13 f., 16 f., 19, 74 f., 78, 119, 150,
204, 224, 226, 306, 316

Steindorff, Georg (1861 – 1951) 91
 Steiner, Jacob (1796 – 1863)
 182, 184
 Steinitz, Ernst (1871 – 1928) 8
 Steinke, Eduard Gottfried
 (1899 – 1963) 214
 Stern, A. W. 29
 Straßmann, Fritz (1902 – 1980)
 202, 229, 330
 Strömngren, Svante Elis (1870 – 1947)
 267
 Strutt, John William (Lord Rayleigh)
 (1842 – 1919) 20
 Struve, Georg Otto Hermann
 (1886 – 1933) 267
 Studentkowski, Werner
 (1903 – 1951) 219 f., 225, 252,
 257
 Study, Christian Hugo Eduard
 (1862 – 1930) 50
 Sudhoff, Karl (1853 – 1938) 40
 Sverdrup, Harald Ulrik
 (1888 – 1957) 82 f., 152

T

Taylor, Geoffrey Ingram
 (1886 – 1975) 20
 Thirring, Hans (1888 – 1976) 25 f.,
 150
 Thomae, Johannes Karl
 (1840 – 1921) 54
 Thomas, Llewellyn Hilleth
 (1903 – 1992) 298, 308, 317
 Thomson, Joseph John (1856 – 1940)
 14, 35
 Thomson, William (Lord Kelvin)
 (1824 – 1907) 14
 Tietze, Heinrich Franz Friedrich
 (1880 – 1964) 95, 238 f.
 Tomonaga, Shin-ichirô (1906 – 1979)
 308

Trefftz, Erich Immanuel
 (1888 – 1937) 244, 246, 249,
 326, 345

U

Ueberschaar, Hans (1885 – 1965)
 242 f.

V

Vafa, Curum (geb. 1960) 378
 Vahlen, Theodor (1869 – 1945) 250
 Volkelt, Johannes (1848 – 1930) 40
 Volz, Wilhelm Theodor August Her-
 mann (1870 – 1958) 210

W

Waentig, Karl Heinrich Moritz
 (1843 – 1917) 34
 Waerden, Bartel Leendert van der
 (1903 – 1996) 199, 211, 225,
 239–243, 246, 248 ff., 253,
 255–261, 289 ff., 335, 350 f.,
 353–357, 362, 370, 375, 381, 383
 Wagner, Ernst (1876 – 1928) 64
 Watanabe, Satoshi (1910 – ?) 308 f.
 Weber, Heinrich (1842 – 1913) 185
 Weber, Josef Franz Wladimir
 (1888 – 1972) 270 f., 370
 Wedderburn, Joseph Henry Macla-
 gan (1888 – 1948) 8
 Wegener, Alfred Lothar (1880 – 1930)
 46, 333
 Weickmann, Ludwig Friedrich
 (1882 – 1961) 73, 81, 86 f., 110,
 113 ff., 154 f., 192, 233–238, 244,
 250, 254 f., 267, 270 f., 275,
 283–286, 332, 370
 Weil, André (1906 – 1998) 200

- Wezsäcker, Carl Friedrich von
(1912–2007) 202, 211, 222,
298 f., 303
- Wenger, Karl Robert (1886–1922)
82–85, 110, 113 ff., 153 f., 332
- Wentzel, Gregor (1898–1978)
74 f., 81, 109, 111 f., 119, 145,
150, 204 f., 278, 282, 286, 310 f.
- Weyl, Hermann Klaus Hugo (1885–
1955) 8, 98, 350, 356, 376
- Wien, Wilhelm (1864–1928) 10,
25, 119
- Wiener, Ludwig Christian
(1826–1896) 142
- Wiener, Norbert (1894–1964) 198,
201, 347
- Wiener, Otto (1862–1927) 34 ff.,
38, 40–44, 46 ff., 50, 59, 62 ff.,
69, 72–81, 83, 85 f., 95, 101, 107,
113 f., 121–131, 133, 136 f., 141,
143, 192, 209, 213, 380
- Wigner, Eugene Paul (1902–1995)
205 f., 294, 303, 350
- Wintner, Aurel Friedrich
(1903–1958) 269
- Wirtz, Carl Wilhelm (1876–1939)
267
- Woker, Gertrud (1878–1968) 40
- Wolibner, Witold (1902–1961) 344

Y

- Yukawa, Hideki (1907–1981) 202,
305 f., 314